Betrieblicher Umweltschutz Baden-Württemberg

Metallbearbeitung

Schreiner

Kraftfahrzeuggewerbe

Maler und Stuckateure

Druck und Papierverarbeitung

Zimmerer

Gebäudereiniger

Rechtsgrundlagen

Wichtig für alle Branchen

www.umweltschutz-bw.de

Baden-Württemberg
WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Der Inhalt dieses PDF-Dokuments ist ein Auszug aus der Internetplattform www.umweltschutz-bw.de mit **Stand vom 08.11.2005**.

Spätere Änderungen finden sich stets aktuell auf der Website selbst. Sie werden in der nächsten PDF-Version dieses Dokuments berücksichtigt.

Die im Dokument enthaltenen Links führen auf die Plattform www.umweltschutz-bw.de bzw. auf Websites Dritter. Voraussetzung dafür ist eine bestehende Internetverbindung.

Impressum

Herausgeber	Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg Theodor-Heuss-Straße 4 70174 Stuttgart
Redaktion	Helmut Haybach Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH, Lemgo E-Mail: haybach.tzh@tischler.de Roland Schestag Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg Informationszentrum für betrieblichen Umweltschutz (IBU) E-Mail: roland.schestag@wm.bwl.de Mit Unterstützung des Landesfachverbandes Schreinerhandwerk Baden-Württemberg, Stuttgart E-Mail: haegele@schreiner-bw.de
Umschlaggestaltung	Axel Goehner Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
Fotos	Das Bildmaterial wurde uns freundlicherweise von den Autoren zur uneingeschränkten Nutzung überlassen.

Haftungsausschluss:

Die Informationen, die Sie in diesem Dokument vorfinden, wurden nach besten Wissen und Gewissen sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Es wird jedoch keine Gewähr - weder ausdrücklich noch stillschweigend - für die Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Qualität und jederzeitige Verfügbarkeit der bereit gestellten Informationen übernommen.

In keinem Fall wird für Schäden, die sich aus der Verwendung der abgerufenen Informationen ergeben, eine Haftung übernommen. Alle Angebote sind freibleibend und unverbindlich. Das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg behält es sich ausdrücklich vor, Teile oder das gesamte Angebot ohne gesonderte Ankündigung zu verändern, zu ergänzen, zu löschen oder die Veröffentlichung zeitweise oder endgültig einzustellen.

Websites dritter Anbieter/Verweise:

Dieses Dokument enthält auch Verweise auf Websites Dritter. Diese Verweise zu den Websites Dritter stellen keine Zustimmung zu deren Inhalten durch den Herausgeber dar. Es wird keine Verantwortung für die Verfügbarkeit oder den Inhalt solcher Websites übernommen und keine Haftung für Schäden oder Verletzungen, die aus der Nutzung - gleich welcher Art - solcher Inhalte entstehen. Mit den Verweisen zu anderen Websites vermittelt das Wirtschaftsministerium den Nutzern lediglich den Zugang zur Nutzung der Inhalte. Für illegale, fehlerhafte oder unvollständige Inhalte und für Schäden, die aus der Nutzung entstehen, haftet allein der Anbieter der Seite, auf welche verwiesen wird.

Anregung zur Rückmeldung:

Befinden sich aus Ihrer Sicht in diesem Dokument und damit auf unserer Internetseite falsche, veraltete oder unvollständige Informationen? Haben Sie Anregungen und Ideen, wie man die Seite noch informativer und interessanter gestalten könnte? Dann teilen Sie uns dies bitte mit:

Roland Schestag
Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
Informationszentrum für betrieblichen Umweltschutz (IBU)
E-Mail: roland.schestag@wm.bwl.de
Telefon: 0711 / 123 – 2573

Inhaltsverzeichnis Schreiner

Die einzelnen Punkte des Inhaltsverzeichnisses sind verlinkt. Die Links führen zu den entsprechenden Stellen innerhalb dieses PDF-Dokuments.

Betriebsplanung 3
Bauantrag 4
Materialtransport 7
Beleuchtung 16
Druckluftversorgung 17
Lagerung 21
Maschinenabsaugung 36
Oberflächenbereich 57
Holzfeuerung 70
Lärmschutz 101
Brandschutz 104
Technologien 106
Fertigung 107
Oberflächentechnologien 167
Handarbeitsplätze 183
Baustelle 200
Materialien 210
Materialeinkauf 210
Massivholz 218
Plattenwerkstoffe 234
Klebstoffe 250
Oberflächenmaterialien 260
Kunststoffe 294
Dämmstoffe 308
Dichtstoffe 332
Holzschutz 348
Entsorgung 364
Ansprechpartner 365
Transport 365
Überwachung 368
Sonderabfälle 368
Restholz 371
Oberflächenmaterialien 373
Baustellenabfälle 382
Wertstoffe 388
Restmüll 397
Betriebsführung 398
Gefährdungsbeurteilung 399
Unterweisungen 418
CE-Kennzeichnung 421
Umweltmanagement 425
Mitarbeiter 456
Fördermöglichkeiten 458
Marketing 459

Kooperation 461
Produktverantwortung 463
Gesundes Wohnen 463
Produktinformation 491
Produktgestaltung 496
Produktrücknahme 497

Der Schreiner - der Nachhaltigkeit verpflichtet

Das Schreinerhandwerk hat in erster Linie mit dem nachhaltigsten Werkstoff zu tun - dem Holz. Bei seiner Bearbeitung kann der Schreiner kreative Gestaltung mit handwerklicher Fertigkeit kombinieren. Längst sind jedoch weitere Werkstoffe hinzugekommen: Vielfältige Oberflächen aus Glas, Edelstahl oder Aluminium sind heute selbstverständlicher Bestandteil individuell geplanter Einrichtungen.

Um solch hochwertige Produkte herstellen zu können, bedarf es einer angemessenen Betriebseinrichtung und -organisation, mit der sich gleichzeitig Umweltauswirkungen so gering wie möglich halten lassen.

Doch das Thema Umweltschutz geht heutzutage weit über die direkte Fertigung hinaus. Um beispielsweise Kunden fachgerecht zu informieren, muss der Handwerker auch die Wirkungen seines Produkts auf den Anwender kennen und bewerten können. Dadurch wird der gelebte betriebliche Umweltschutz zum Marketingvorteil und der Schreiner wird einem umfassenden Anspruch im Hinblick auf seinen Werkstoff gerecht.

Betriebsplanung

Die Planung eines Betriebes ist ein äußerst komplexes Vorhaben. Viele Aspekte rechtlicher, fertigungstechnischer und planerischer Art sind zu bedenken. **Von daher sollte man bei einer Neu- und Umplanung immer die Hilfestellung der Fachberater des Fachverbandes in Anspruch nehmen**.

Am Standort muss der Schreiner eine Vielzahl von Funktionen sicherstellen. Neben Lagerbereichen gilt es Maschinen und Handarbeitsplätze einzuplanen. Hohe Bedeutung kommt einem optimalen **Materialfluss** zu, der die sinnvolle Einbindung einer **Infrastruktur** in Form von Druckluft, Beleuchtung, Absaugung, etc. erfordert.

Der **Lärmschutz** spielt eine besondere Rolle für die Akzeptanz einer Schreinerei in ihrer Nachbarschaft. Ebenso lassen sich vom **Oberflächenbereich** ausgehende Umweltbelastungen durch eine abgestimmte Planung minimieren.

Das Schreinerhandwerk hat die Möglichkeit, Holzabfälle aus der Fertigung für die Wärmerzeugung im eigenen Betrieb zu nutzen. Die planerischen Aspekte einer modernen **Holzfeuerung** werden auf der entsprechenden Seite erläutert. Ferner werden allgemeine Hinweise für die Einbindung des **Brandschutzes** in die Betriebsplanung gegeben.

Bauantrag

Bei allen Neu- oder Umbauvorhaben von Schreinerbetrieben müssen die Vorstellungen der Bauherren mit einer großen Anzahl von gesetzlichen Vorgaben abgestimmt werden:

- Gewerberecht (Gewerbe-, Handwerksordnung)
- Baurecht (Landesbauordnung, Abstandserlass, Energieeinsparverordnung, ...)
- Immissions- und Umweltschutzrecht (Bundesimmissionsschutzgesetz)
- Brandschutz (Landesbauordnung, Betriebssicherheitsverordnung)
- Arbeits- und Gesundheitsschutz (Arbeitsstättenverordnung, Gefahrstoffverordnung, Unfallverhütungsvorschriften)

Leider decken sich die Vorgaben der Bauordnungen nicht immer mit den Arbeitsschutzvorschriften. Grundsätzlich gilt, dass immer die **jeweils höheren Anforderungen zu berücksichtigen sind**. Im Einzelnen muss dann verglichen werden, ob und wie sich die Anforderungen der Landesbauordnung von denen der Arbeitsstättenverordnung unterscheiden und welche Bestimmungen weitergehender sind. Details dazu finden sich auf der Seite Rechtsgrundlagen > Sonstiges Umweltrecht > Baurecht.
Es ist empfehlenswert, sich schon in der Planungsphase fachlichen Rat einzuholen und in Zusammenarbeit mit den folgenden Stellen eine optimale Lösung auszuarbeiten:

- Fachverband, Handwerkskammer
- Baubehörde
- Gewerbeaufsicht
- Berufsgenossenschaft
- Hausbank
- Steuerberater

Hier können Sie eine Checkliste (pdf, 43 KB) abrufen, um alle relevanten Kriterien für Ihre Standortwahl zu berücksichtigen.

Als Richtgröße bei der Ermittlung der **Betriebsgröße** können folgende Werte genannt werden:

Anzahl Mitarbeiter	m² pro Mitarbeiter
bis 8	100 – 120
8 - 12	90 – 110
12 - 20	80 – 100
über 20	70 – 90

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben S. 14

Bei der Bestimmung der **Grundstücksgröße** sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

1. Betriebsgröße (s. o.)
2. Sonstige Gebäude
   (Ausstellungsräume, Büroräume, Materiallager, Garagen, evtl. Wohnhaus, ...)
3. Grundflächenzahl (GRZ) entsprechend Baunutzungsverordnung
   Diese wird im Bebauungsplan festgelegt, bei einer GRZ von 0,8 dürfen nur 80 % der Grundstücksfläche bebaut werden.
4. Freiflächen
   Grenzabstände, Parkplätze, Verkehrsflächen
5. Reserveflächen
   Um eine spätere Betriebserweiterung zu ermöglichen.

Genehmigungspflichtig

Die Baugenehmigung definiert den Rahmen für die mögliche Nutzung eines Grundstücks. Dieses Nutzungsrecht genießt einen hohen Bestandsschutz und kann nur in gravierenden Fällen außer Kraft gesetzt werden.

Im Rahmen der Genehmigung sollten möglichst viele Baunutzungen und Flächen mit einbezogen werden, um späteren Einschränkungen der Nutzung durch geänderte Gesetze und Bebauungspläne vorzubeugen.

Genehmigungspflichtig sind nicht nur Gebäude, sondern auch Außenanlagen, Stellflächen, Werbeflächen, Schaufenster,... Die einzelnen Gemeinden haben die Möglichkeit durch **Bausatzungen** Anforderungen an die äußere Gestaltung baulicher Anlagen, Werbeanlagen und die Gestaltung und Nutzung unbebauter Flächen vorzugeben. Abweichungen davon müssen im Einzelfall beantragt werden.

Näheres zur Landesbauordnung und zum Antragsverfahren für Baugenehmigungen kann auf der Seite Rechtsgrundlagen > Sonstiges Umweltrecht > Baurecht nachgelesen werden. Wichtig ist, dass **Baugenehmigungen nach 3 Jahren ihre Gültigkeit verlieren, wenn bis dahin nicht mit der Bauausführung begonnen worden ist**.

Allgemeine Schutzziele

Den Rahmen für die Baugenehmigung gibt die Landesbauordnung vor, das Baugenehmigungsverfahren soll grundlegende Schutzziele sicherstellen.

Als allgemeiner Grundsatz gilt, dass bauliche Anlagen so zu errichten sind, dass die **öffentliche Sicherheit, Leben und Gesundheit** wie auch die **natürlichen Lebensgrundlagen nicht bedroht** werden.

Über die Baubehörden können **Regeln der Technik** vorgegeben werden, die bei der Bauausführung einzuhalten sind. Beispielsweise ist der vorbeugende chemische Holzschutz nach DIN 68800-3 eine solche anerkannte Regel. Normvorgaben dieser Art gelten immer, auch wenn sie nicht explizit vertraglich vereinbart wurden. Näheres zur genannten Norm kann im Bereich Schreiner > Materialien > Holzschutz nachgelesen werden.

Bauliche Anlagen sind mit ihrer Umgebung so in Einklang zu bringen, dass sie das Landschaftsbild nicht verunstalten. Sie müssen im Ganzen sowie in ihren einzelnen Teilen **standsicher** sein. Auch für Wintergärten müssen statische Standsicherheits-Nachweise geführt werden.

Geräusche, die von ortsfesten Einrichtungen ausgehen, sind so zu dämmen, dass Gefahren sowie erhebliche Nachteile oder Belästigungen nicht entstehen. Die TA-Lärm ist eine Grundlage dafür, ab wann eine solche Belästigung anzunehmen ist. Daraus ergeben sich Vorgaben an die Schalldämmung der eingesetzten Bauprodukte. Hinweise für einen ausreichenden Schallschutz können im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Lärmschutz eingesehen werden.

Der **Energiebedarf für das Heizen** muss so sparsam und umweltschonend wie möglich gedeckt werden. Über die **Energieeinsparverordnung** werden diese Vorgaben konkretisiert. Daraus ergeben sich auch Auflagen für Fenster und Haustüren.

Bauliche Anlagen müssen dem Entstehen eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen. Deshalb dürfen keine leichtentflammbaren Baustoffe verwendet werden, die der **Baustoffklasse** B3 entsprechen. Näheres zur allgemeinen Brandschutzvorbeugung kann auf der Seite Rechtsgrundlagen > Sonstiges Umweltrecht > Brandschutz nachgelesen werden. Für die Schreinerbetriebe hat das Thema Brandschutz eine hohe Bedeutung. Verschiedene Betriebsbereiche sind unmittelbar davon betroffen:

- die Lagerung brennbarerer Stoffe im Lacklager
- den vorbeugenden Brandschutz im Spritzraum
- die bauliche Abtrennung der Heizungsanlage im Heizraum
- und die Lagerung von Spänen in Silos.

Die **Genehmigungsbehörden haben gewisse Spielräume**, um zur Verhinderung von Gefahren zusätzliche Anforderungen zu stellen. Sie können aber auch Erleichterungen zulassen, soweit es der Einhaltung von Vorschriften wegen der besonderen Art oder Nutzung nicht bedarf. Dies gilt auch für Abweichungen von technischen Bauvorschriften, wenn dem Zweck auf andere Weise nachweislich entsprochen wird.

In jedem Fall sollte der Betrieb im Rahmen der Bauplanung den Fachberater des Schreinerverbandes hinzuziehen, um die vielfältigen Vorgaben für seinen konkreten Fall optimal abzustimmen.

Wesentliche Einzelaspekte

Aus der Fülle der Vorgaben der Landesbauordnung können folgende Einzelaspekte als besonders relevant für die Schreinerbetriebe herausgegriffen werden:

- Gebäude dürfen nur errichtet werden, wenn das Grundstück über eine **geeignete Zufahrt** verfügt.
- Die **Abstände zu Nachbargrundstücken** betragen 40 % Wandhöhe in Wohngebieten, bzw. 25 % in Industrie- oder Gewerbegebieten. Mindestens ist aber von einer Tiefe von 2,5 m auszugehen, sofern keine Grenzbebauung vorliegt.
- **Nichtüberbaute Flächen** müssen **standortgerecht begrünt** werden.
- Jede Gebäudeeinheit muss in jedem Geschoss über mindestens **zwei voneinander unabhängige Rettungswege** erreichbar sein.
- **Aufenthaltsräume unterm Dach** müssen 2,2 m hoch über mindestens der Hälfte der Grundfläche sein.
- **Umwehrungen** sind erforderlich, wenn die Absturzhöhe mehr als 1 m beträgt. Die Umwehrung muss dabei selbst mindestens 90 cm hoch sein.

Genehmigungsfrei

Für bestimmte einfachere Vorhaben kann eine Baugenehmigung über ein vereinfachtes Verfahren erlangt werden oder sogar ganz entfallen. Vor allen bei **Nutzungsänderungen** oder Ergänzungen von Garagen oder Stellplätzen kommt ein **einfaches Verfahren** in Betracht. Dies ist auch der Fall, wenn eine vormals von einem anderen Gewerk genutzte Produktionshalle nun von einer Schreinerei übernommen werden soll. In der Praxis sind häufig Oberflächenräume und Lacklager betroffen.

Nutzungsänderungen sollten baurechtlich genehmigt werden. Dadurch erhalten sie **Bestandsschutz**. Dies ist wichtig beim Verkauf des Betriebes oder wenn man im Brandfall Versicherungsleistungen in Anspruch nehmen möchte.

Näheres zur Antragstellung im vereinfachten Verfahren bei Nutzungsänderungen kann auf der Seite Rechtsvorschriften > Sonstiges Umweltrecht > Baurecht eingesehen werden.

Die Landesbauordnung enthält eine umfangreiche Liste von **genehmigungsfreien Vorhaben**. Für Schreinerbetriebe kommen insbesondere in Betracht:

- Gebäude ohne Aufenthaltsräume **bis 40 m^3 Rauminhalt im Innenbereich** bzw. 20 m^3 im Außenbereich
- nicht überdachte **Stellplätze bis 50 m^2**
- nichttragende oder nicht aussteifende Bauteile innerhalb baulicher Anlagen

- **Ausstellungsräume** und Lagerplätze
- **Gerüste**
- **Fahnenmasten**
- **Technische Anlagen** wie Lüftungsanlagen, Heizungsanlagen, Energieanlagen
- Anlagen zur photovoltaischen und thermischen **Solarnutzung**
- Änderung der **äußeren Gestaltung** durch Anstrich, Außenverkleidung Verputz, Austausch von Fenster im Rahmen des Bebauungsplans

Dabei sind aber die freizuhaltenden **Abstandsflächen** zum Nachbarn zu beachten.

Bild: Neugeschaffener Ausstellungsraum

Quelle: Fachverband des Tischlerhandwerks NRW/Dortmund

Materialtransport

In jedem Schreinerbetrieb müssen Werkstoffe, Materialien, halbfertige Teile und Ähnliches transportiert werden. Zum Materialtransport gehören alle Vorgänge, bei denen Werkstücke bewegt werden, ohne dass dabei eine Bearbeitung erfolgt. **Typische Transportvorgänge** sind:

- Materialentladung bei der Anlieferung
- Transport der Materialien in das Materiallager
- Materialentnahme aus dem Lager
- Transport von Werkstücken von Maschine zu Maschine
- Eingabe von Werkstücken in die Maschine
- Abnahme und Ablegen von Werkstücken hinter der Maschine
- Umstapeln und Weitertransport von zwischengelagerten Werkstücken
- Transport von halbfertigen Teilen zur Weiterbearbeitung
- Transport von fertigen Teilen in das Fertiglager
- Beladen von Lieferfahrzeugen

Transportvorgänge gehören zu den Neben- oder **Verteilzeiten**. Hier findet keine direkte Bearbeitung statt. **Gerade in Handwerksbetrieben werden für diese unproduktiven Zeiten bis zu 40 % der gesamten Anwesenheitszeiten benötigt.** Deshalb ist es sehr wichtig geworden, bereits in der Bauplanung die Rahmenbedingungen für den Transport so optimal wie möglich zu legen, aber auch später die Transportvorgänge in der Werkstatt und im Lager immer wieder kritisch unter die Lupe zu nehmen.

Zunächst einmal gilt es, den typischen **Ablauf des Fertigungsflusses** festzulegen. Wer eine gemischte Fertigung bevorzugt, muss zwar viele unterschiedliche Transportwege in Kauf nehmen, kann aber dafür auch sehr flexibel auf alle Kundenwünsche reagieren. In Anbetracht der hohen Maschinenkosten geht der Trend allerdings zu einer erhöhten Spezialisierung in der Fertigung hin. Dadurch können auch die Transportwege besser optimiert werden und der Platzbedarf wird insgesamt geringer.

Bild: Fertigungsablauf bei der Massivholzbearbeitung

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler- und Schreinerbetrieben S. 161

Bild: Fertigungsablauf Plattenverarbeitung

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler- und Schreinerbetrieben S. 162

Bei der konkreten **Wahl und Gestaltung der Transporthilfen** sollte man grundsätzlich von folgenden Fragen ausgehen:

1. **Transportgut:** Was muss transportiert werden?
2. **Transportmenge:** Wie viel muss transportiert werden?
3. **Transportwege:** Wohin soll transportiert werden?
4. **Transportbedingungen:** Welche Randbedingungen sind zu berücksichtigen? (Fußbodenbeschaffenheit, Höhe, Steigungen...)
5. **Transportmittel:** Womit soll transportiert werden?

Lagerbereiche

Manuelles Handling

Das Auf- und Abladen von Materialien und Werkstücken geschieht in den meisten Schreinerbetrieben von Hand. Häufig fehlt der Platz, um mit einem Stapler das Material auszuladen und an den vorgesehenen Lagerort einzulagern. Der Transport von Hand ist bei den Gewichten der Plattenmaterialien und Massivholzbohlen meist mit **erheblichen körperlichen Anstrengungen** verbunden. Zur Vermeidung von Rückenschäden sollten die Beschäftigten darin unterwiesen werden, wie sie Belastung für die Wirbelsäule so gering wie möglich halten. Nur wer aus den Beinen heraus die Last auf- und absetzt und dabei Drehbewegungen unterlässt, vermeidet entsprechende Überlastungen. **Auch Tragen und Transportieren will gelernt sein!**

Massivholzlager

In Massivholzlagern ist das Rangieren der Bohlen und Bretter häufig nur sehr beengt möglich. Einfache Böcke oder Hebehilfen können hier sehr hilfreich sein. Ist genügend Platz vorhanden, bietet es sich an, die Bohlen mit einem **elektrischen Hubtisch** ein- und auszulagern.

Häufig wird der Zuschnitt der Bohlen und Dielen im Holzlager mit Hilfe einer Handkreissäge vorgenommen. Die Unfallgefahren durch schwankende Bretter, herumliegende Kabel, schlechte Lichtverhältnisse und ungünstige Auflagen sind erheblich. Eine einfache **Ablängsäge mit Auflagetisch** verbessert nicht nur die Materialausbeute, sondern ermöglicht auch ein deutlich gefahrloseres Zuschneiden.

Plattenlager

Die meisten Platten haben im Halbformat die Abmessung 2,60 m x 2,10 m. Sie wiegen bis zu 75 kg. Dies ist bei rein manuellem Handling mit nur zwei Mitarbeitern gefahrlos zu bewältigen. Bei stehender Lagerung müssen die Platten manuell in das Plattenlager eingelagert werden. Mit Hilfe von **Rollbahnen und Auszugsrollen** kann zumindest das Entnehmen der Platten auf die möglichst direkt daneben stehende senkrechte Plattenaufteilsäge auch durch eine Person erfolgen. Alternativ dazu gibt es eine Vielzahl von Hebehilfen und Krankonstruktionen mit Greifzangen.

Wenn die Platten auf einer **horizontalen Plattenaufteilsäge** aufgeschnitten werden, empfiehlt es sich, sie auch horizontal zu lagern. Die Entnahme kann dann entweder im Paket mit dem Stapler oder mit einem schwenkbaren Vakuumhebegerät erfolgen. Dies erfordert aber viel Platz, um die Platten ausreichend in den Kragarmregalen zu differenzieren. Wenn die Pakete gemischt gelagert werden müssen, ist es sehr zeitaufwändig, die richtigen Platten aus dem Lager zu entnehmen und für die Plattensäge bereitzustellen.

Wo ein Kragarmregal aus Platzgründen nicht möglich ist und die Platten senkrecht gelagert werden müssen, bietet es sich an, so genannte **Schwenkwagen** einzusetzen. Die Schwenkwagen ermöglichen es, einzelne Platten aus der vertikale in die horizontale Position abzukippen. Danach können sie in die horizontale Plattenaufteilsäge eingelegt werden.

In **größeren Betrieben mit Staplerverkehr** müssen weitergehende Sicherheitsanforderungen eingehalten werden. Hier empfiehlt es sich, in Kontakt mit seinem Kammerberater oder Fachverbandsberater zu treten, um die erforderlichen Einzelheiten baulich abzustimmen.

Maschinenbereich

Maschinenaufstellung

Bauliche Randbedingungen schränken die Möglichkeiten der Maschinenaufstellung deutlich ein. Idealerweise sollten die **Maschinen dem Materialfluss entsprechend** angeordnet sein. Dabei gilt es auch, die Wege für den Abtransport der Holz- und Plattenreste nach dem Zuschnitt zu berücksichtigen. Außerdem müssen die Maschinen gemäß den Möglichkeiten der Absauganlage noch ausreichend versorgt werden können.

Im Rahmen einer Neubauplanung lassen sich die Maschinen anhand der typischen Ablaufschritte optimal aufstellen. Im Gebäudebestand ist man sehr viel eingeschränkter. Häufig wird der Materialtransport durch die **Aufstellung neuer Maschinen** oder geänderter Fertigungsstrukturen (z. B. Wechsel von der Massivholz- auf die Plattenbearbeitung) erschwert. Der **Zeitaufwand, den eine ungünstige Maschinenaufstellung verursacht, darf nicht unterschätzt werden**. Eine schnellere und bessere Bearbeitung der Werkstücke durch eine neue Maschine kann durch ungünstige Transportwege wieder kompensiert werden!

Im Vorfeld einer Neu- oder Umplanung sollte die kompetente Beratung des Landesfachverbandes in Anspruch genommen werden.

Transportwege

Hat man wenig Platz, so sollte man ihn effektiv nutzen. Eine wesentliche Hilfe dabei stellen **eindeutig gekennzeichnete** Transportwege dar. Wenn sie gut sichtbar durch gelbe oder weiße Begrenzungslinien markiert sind, werden sie besser freigehalten und ermöglichen einen gefahrloseren Transport im Maschinenbereich.

Der Transportweg muss so breit sein, dass normalerweise **im Gegenverkehr zwei Materialwagen** aneinander vorbei kommen, d. h. sie sollten wenigstens 1,40 m breit sein. Transportwege erfüllen ihre Funktion nur, wenn sie **ständig und konsequent** für den innerbetrieblichen Materialtransport **freigehalten** werden. Eine regelmäßige Kontrolle und Unterweisung der Mitarbeiter kann dies unterstützen.

Transportmittel

Nach dem Zuschnitt der Platten und Bohlen werden alle Einzelteile eines Auftrages zusammengestellt. Mit Hilfe eines **Kommissionswagens** werden die Teile zwischen den einzelnen Bearbeitungsgängen an den Maschinen transportiert. Ein guter Kommissionswagen zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Gute Manövrierfähigkeit
- Ablagemöglichkeit für Auftragsunterlagen
- Ausreichender Kantenschutz für die Plattenteile
- Abgerundete Ecken

Solche Kommissionswagen können auch gut **selbst hergestellt** werden. Sie müssen auf die betrieblichen Belange abgestimmt sein und die typische Anzahl von Plattenteile je Auftrag aufnehmen können.

Für den Transport von Kleinserien bieten sich eher **rollbare Hubtische** an. Diese können ideal zum Beschicken und Entnehmen der Teile an Durchlaufmaschinen eingesetzt werden (z. B. Breitbandschleifmaschine oder Kantenanleimmaschine).
Der Schreiner kann sie auf die für ihn optimale Höhe einstellen und so die Teile schnell und ohne Rückenbelastung umsetzen.

Montagebereich

Funktionsbereiche

Auch im Handarbeitsbereich ist es wichtig, die Funktionen Lagern, Bearbeiten und Transportieren klar voneinander abzugrenzen. Vielfach wird unterschätzt, wie hoch der **Platzbedarf für die Zwischenlagerung von halbfertigen Aufträgen** ist. Um den Materialtransport nicht unnötig einzuschränken ist es auch hier sinnvoll, entsprechende **Bereiche und Wege durch eine Markierung auf dem Fußboden zu kennzeichnen**.

In vielen Betrieben geht die Zwischenlagerung von fertigen Teilen übergangslos in die Abfalllagerung über. Wenn **Aufträge** über längere Zeit gelagert werden müssen, sollten sie deshalb **eindeutig gekennzeichnet** werden! Wenn sie nicht mehr gefunden werden, bedeutet das nicht nur Zeitverluste, sondern auch Materialverschwendung.

Arbeitsplatz

Gerade im Handarbeitsbereich entstehen viele Wege. Hier wird letzte Hand an die Teile gelegt, sie werden verschraubt, verleimt und mit Beschlägen versehen. Traditionell wird hier immer noch vor allem die Hobelbank eingesetzt. Sie kann aber vielen Anforderungen nicht gerecht werden:

- **Schnelles fixieren** von ganz unterschiedlich geformten Teilen
- **Vermeiden von Schäden** an den Kanten
- **Energieversorgung** für Handmaschinen
- Ausgleichen unterschiedlicher **Arbeitshöhen**

Es hat sich deshalb bewährt, die Funktion Fixieren des Werkstücks und Aufbewahrung von Werkzeugen und Hilfsmitteln zu trennen. Bei der Gestaltung der Arbeitsplätze können Ergonomie und Ökonomie gut zusammenfinden!

Bild: Vakuum-Arbeitsständer erfüllen besser die Anforderungen an einen modernen Montagearbeitsplatz

Handling und Transport

Für das Handling des Materials und seinen Transport stehen im Betrieb eine ganze Reihe unterschiedlicher Einrichtungen zur Verfügung. Sofern sie kraftbetätigt sind, gehen von ihnen **besondere Unfallgefahren** aus. Diese Einrichtungen müssen regelmäßig entsprechend den Vorgaben der jeweiligen **Unfallverhütungsvorschriften** überwacht werden. Die Mitarbeiter sind in den ordnungsgemäßen Gebrauch zu unterweisen **(Betriebsanweisung)**. Im Schreinerhandwerk handelt es sich dabei im Wesentlichen um folgende Anlagen:

- Lastaufnahmen
- Stapler
- kraftbetätigte Tore

Lastaufnahme

Das Handling der Platten und Bohlen wird durch Lastaufnahmeeinrichtungen und Kraneinrichtungen sehr erleichtert. Die teilweise **hohen Gewichte** bzw. die gleichförmigen Bewegungen können **die Gesundheit der Mitarbeiter erheblich belasten**.

Lastaufnahmeeinrichtungen werden vorrangig für folgende Arbeiten genutzt:

- Beschicken der Zuschnittsägen mit großen Holzwerkstoffplatten
- Beschicken der NC-Fräsen mit den zugeschnittenen Platten
- Manövrieren von Massivholzbohlen

Die **Funktionsfähigkeit solcher Anlagen muss allerdings jährlich durch einen Sachkundigen geprüft werden**. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind in einem Prüfbuch zu dokumentieren. Näheres zum Arbeitsschutz von Kranen ergibt sich aus der Unfallverhütungsvorschrift BGV D6 "Krane" der Holz-Berufsgenossenschaft.

In Fensterbaubetrieben, in denen Holzfenster gefertigt werden, müssen die oberflächenbehandelten Rahmen zum Trocknen aufgehängt werden. Hierfür eignen sich **Hängebahnen**, die nach einem Baukastensystem aus Schienen, Kurven und Weichen an praktisch alle räumlichen Verhältnisse angepasst werden können.

Bei handbetriebenen oder kraftbetriebenen **Kranen mit einer Tragfähigkeit von mehr als 1000 kg** hat der Unternehmer vor der ersten Inbetriebnahme dafür zu sorgen, dass die Anlage durch einen **Sachverständigen** geprüft wird.

Stapler

Stapler und andere mobile Transporthilfen unterstützen den Materialfluss. Von ihnen geht eine **erhebliche Unfallgefährdung** aus. Deshalb ist eine **ordnungsgemäße Einweisung** in deren Handhabung sehr wichtig. Für die Nutzung von Flurförderzeugen mit Fahrersitz muss der Fahrer wenigstens 18 Jahre alt sein und eine Schulung zum **Staplerschein** durch die Holz-Berufsgenossenschaft durchlaufen haben.

Neben dem Transport von Waren von einem Bearbeitungsort zum anderen bieten sich Stapler auch als "Abnehmer" an, um das aus den Maschinen herausgeführte Werkstück aufzunehmen und zu stapeln (z. B. Breitbandschleifmaschine oder Kantenanleimmaschine). Moderne Stapler weisen dafür elektronische Steuerung auf und erleichtern damit das Handling der Teile.

Besondere Vorsicht ist an schmalen Durchgängen geboten. Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die zum Betrieb von Flurförderzeugen in Schmalgängen erforderlichen Sicherheitseinrichtungen einer täglichen Funktionsprüfung unterzogen werden. Darüber hinaus muss der Stapler mindestens jährlich durch einen Sachkundigen auf seine **ordnungsgemäße Funktionstüchtigkeit** hin überprüft werden. Näheres ergibt sich aus der **Unfallverhütungsvorschrift BGV D27 Stapler** der Holz-BG.

Kraftbetätigte Tore

Außentore zur An- und Auslieferung sollten eine **Durchgangsöffnung von mindestens 2,50 m** Breite und 2,50 m Höhe haben. Sofern Stapler den Durchgang nutzen, sollten sie auf wenigstens 3,50 m erhöht werden. Hinsichtlich der **sicherheitstechnischen Anforderungen** an Türen und Toren sind §10 und §11 der **Arbeitsstättenverordnung** zu berücksichtigen. Bei kraftbetätigten Toren sind diese ebenfalls jährlich durch einen Sachkundigen auf deren Funktionstüchtigkeit zu prüfen.

Werden für die Schreinerei besondere Anforderungen an den Schallschutz nach außen gestellt, so müssen für die Türen und Tore entsprechende schalldämmende Konstruktionen gewählt werden.

Montagefahrzeuge

Die Wertschöpfung im Schreinerhandwerk verlagert sich zunehmend auf die Montage. Damit verlagert sich auch das Unfallgeschehen von der Werkstatt auf den Transport und die Baustelle. Für die Montage bedarf es ausreichender Fahrzeuge, die einen sicheren Transport für Mensch und Material ermöglichen. Zudem gehen von den Fahrzeugen nicht unerhebliche **Schadstoffemissionen** aus, die im Rahmen der Nachhaltigkeit optimiert werden können.

Dieselfahrzeuge verbrauchen weniger Kraftstoff als herkömmliche Benziner. Aber die dabei entstehenden **Rußpartikel** belasten angesichts des ständig zunehmenden Verkehrs die Umwelt und die Gesundheit. Das Angebot an entsprechenden Reinigungsvorrichtungen nimmt langsam zu,

sodass im Falle einer Neuanschaffung unbedingt auf ein Fahrzeug mit **Partikelfilterung** zurückgegriffen werden sollte.

Auch **Biodiesel** aus Rapsmethylester (RME) kann dazu beitragen, die CO_2-Emissionen des Fuhrparks zu senken. Entsprechende Tankstellen stehen inzwischen flächendeckend zur Verfügung. Allerdings sollte man sich vom Hersteller bestätigen lassen, dass der Motor für den Einsatz von Biodiesel geeignet ist. Zukünftig wird es noch sehr viel mehr spezielle Kraftstoffe - teilweise auf Basis nachwachsender Rohstoffe - geben, die geeignet sind, den Verbrauch weiter zu senken.

Weitere wichtige Hinweise und Einsparmöglichkeiten beim Einsatz der Fahrzeugflotte sind im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Transport zu finden.

Für den Betrieb der Fahrzeuge gelten wichtige Sicherheitsbestimmungen. Neben den regelmäßigen Hauptuntersuchungen ist die **Unfallverhütungsvorschrift BGV D 29 Fahrzeuge** der Holz-Berufsgenossenschaft zu beachten. Folgende Gefahrenpunkte sind besonders hervorzuheben:

- Die **Nutzlast** bzw. die zusätzliche **Anhängelast** ergibt sich aus den Fahrzeugunterlagen bzw. dem Typenschild. Das Fahrzeugverhalten verändert sich bei erhöhter Beladung erheblich. Vor allem wenn Schüttgüter transportiert werden, sollte man auf die maximale Beladung besonders achten.
- Bei der Beladung sind **maximale Abmessungen** zu beachten. Wenn durch bestimmte Ladungen die Abmessungen überschritten werden, sind diese durch rote Fahnen bzw. Leuchten ausreichend zu kennzeichnen.
- Der Fahrzeughalter ist dafür verantwortlich, dass die Fahrzeuge nur von dafür **geeigneten Personen gefahren** werden. Die Zugänglichkeit muss kontrolliert und gesichert werden, um eine unbefugte Nutzung mit hohen Risiken zu vermeiden.
- Fahrzeugaufbauten müssen so beschaffen sein, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Fahrzeuges die Ladung gegen Verrutschen, Verrollen, Umfallen, Herabfallen gesichert ist oder werden kann. Ist eine **Ladungssicherung** durch den Fahrzeugaufbau allein nicht gewährleistet, müssen Hilfsmittel zur Ladungssicherung vorhanden sein. Vor jeder Fahrt ist die Ladung ausreichend zu sichern und zu kontrollieren. Gerade für den Schreiner können schon leichte Transportschäden an den wertvollen Produkten fatal sein.
- Die Fahrzeuge müssen nach Bedarf, mindestens jedoch jährlich, durch eine anerkannte Fachwerkstatt im Hinblick auf ihre **Fahrtüchtigkeit kontrolliert** werden.

Schon in der Werkstatt haben die **Verteilzeiten** einen hohen Anteil. Sie liegen im Schreinerhandwerk zwischen 30 und 40 %. Für die Montage liegen diese Werte noch deutlich höher. Umso wichtiger ist es, das Fahrzeug für die Nutzung auf der Baustelle optimal einzurichten. Ein **sinnvoller Einbau kann viel Zeit** bei der späteren Suche auf der Baustelle **ersparen**.

Beleuchtung

Belichtung

Alle Räume, die dem dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, müssen in ausreichendem Maße **Tageslicht** erhalten. Um eine ausreichende Belichtung zu erreichen, muss das **Verhältnis zwischen Lichteinfallsfläche und Grundfläche** des zu belichtenden Raumes etwa **1:3 bis 1:5** betragen. Das bedeutet, dass bei einer Grundfläche von zum Beispiel 300 m² die Lichteinfallsflächen eine Gesamtgröße von 60 bis 100 m² haben müssen. Bei Hallentiefen über 15 m müssen Lichteinfallsflächen von oben in Form von Lichtkuppeln, Sheddächern oder transparenten Dacheindeckungen vorgesehen werden.

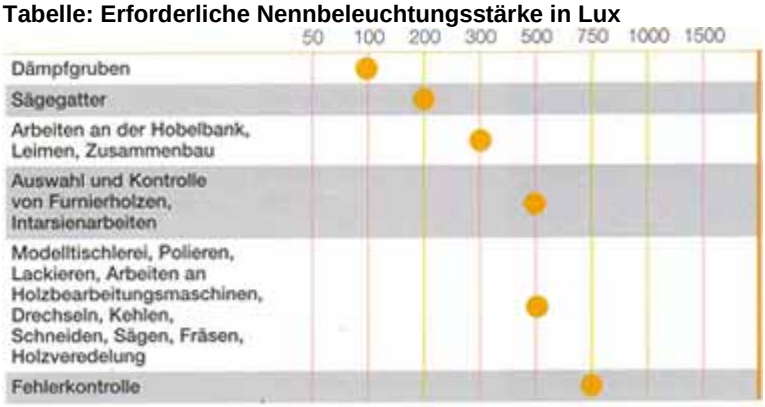
Nach der **Arbeitsstättenverordnung** müssen Arbeits- und Pausenräume eine Sichtverbindung nach außen haben. Dabei muss es sich um durchsichtige Fensterflächen handeln, wobei die Unterkante der Fensterbrüstung nicht mehr als 1,25 m über dem Raumfußboden liegen darf.

Für Räume mit einer Grundfläche bis 600 m² soll die Gesamtfläche der **Sichtverbindungen 1/10 der Grundfläche** betragen. In Räumen mit mehr als 600 m² Grundfläche wird die Gesamtfläche in Abhängigkeit von der Raumtiefe bestimmt. Dabei wird es in der Regel nicht notwendig sein, für die über 600 m² hinausgehende Grundfläche mehr als 1/100 für zusätzliche Sichtverbindungen anzusetzen.

Beleuchtung

Eine ausreichende Ausleuchtung der Arbeitsräume ist notwendig, um die Arbeitssicherheit, die Qualität der Arbeit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter sicherzustellen. Eine allgemeine Einführung in das Thema findet sich im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Beleuchtung. Für die Betriebe des Schreinerhandwerks sind je nach Aufgabenbereich unterschiedliche Leuchtstärken in **Lux** erforderlich.

Tabelle: Erforderliche Nennbeleuchtungsstärke in Lux



Quelle: Gutes Licht für Handwerk und Industrie S. 29

Für die genaue Ausgestaltung der Lichtbanden stehen vielfältige Planungsprogramme zur Verfügung. Mit ihnen kann die erforderliche Anzahl von Lampen im Rahmen der Bauplanung ausreichend festgelegt werden. Die **Wandfarbe** kann die Beleuchtungsstärke ganz erheblich beeinflussen. Es sollte daher immer auf einen weißen Anstrich geachtet werden, der im Laufe der Staubbelastungen gelegentlich gereinigt oder neu gestrichen werden sollte.

In den Werkstätten und Hallen werden die **Leuchtstofflampen fensterparallel angeordnet**. Bei besonderen Arbeiten (z. B. Auslauf der Breitbandschleifmaschine oder Kantenschleifer) empfiehlt es sich zusätzlich eine Arbeitsplatzbeleuchtung zu integrieren.

D Aus Brandschutzgründen müssen in Fertigungsräumen von Schreinereien Beleuchtungskörper der **Schutzart IP 50** verwendet werden. Der Code 50 steht für geschützt

gegen Staub, ungeschützt gegen Wasser. Die Leuchten müssen zudem mit dem **Zeichen D** gekennzeichnet sein. Diese Leuchten schränken die Staubablagerungen ein und begrenzen die Oberflächentemperatur der Leuchten. In Lackierräumen können zusätzliche **Explosionsgefahren** bestehen. Die Leuchten müssen dann entsprechend der Vorgaben für die Explosionszone 1 oder 2 geschützt werden.

Sofern die Leuchten direkt auf Holz oder ähnlich **brennbaren Materialien** montiert werden, müssen sie zudem mit einem **F** gekennzeichnet sein. Dadurch wird gewährleistet, dass an der Befestigungsfläche maximal eine Temperatur von 180 °C entsteht.

Die Anschaffung von Leuchtstoffröhren erfolgt meist ausschließlich unter Kostengesichtspunkten. Dabei wird meist übersehen, dass die wesentlichen Kosten erst durch den Betrieb entstehen. **Moderne optimierte Leuchtstofflampen können gegenüber einfachen Leuchtstoffröhren bis zu 85 % Strom einsparen!** Dabei ergeben sich folgende Sparpotentiale:

Lampen mit Spiegelraster und optimierten Reflektorsystemen (Dreibanden Leuchtstofflampen)	bis zu 30 % Einsparung
zusätzliche elektronische Vorschaltgeräte	weitere 20 %
zusätzliches tageslichtabhängiges Dimmen	weitere 25 - 30 %

In Anbetracht der Tatsache, dass die Leuchten zumeist morgens angeschaltet werden und den ganzen Tag über brennen, ergibt sich in einem Jahr eine **Betriebsstundenzahl** von rund **2.500 Stunden**. Es lohnt sich daher, genau nachzurechen, mit welcher Art Beleuchtung man seine Werkstatt ausstattet.

Bild: Beleuchtung einer Möbeltischlerei mit Reflektorleuchten für Leuchtstofflampen

Druckluftversorgung

Die betriebliche Druckluftversorgung ist energie- und lärmintensiv. Aufgrund der geringen Energieeffizienz (90 - 95 % Abwärme) ist Druckluft eine sehr kostspielige Energieform, die **nur dort** eingesetzt werden sollte, wo sie **technologisch erforderlich** ist. Gleichwohl kann keine Schreinerei heute mehr ohne Druckluft auskommen. Ein ausreichend dimensionierter Kompressor gehört inzwischen zur Standardausrüstung.

Kompressoren sollen im Interesse einer möglichst langen Lebensdauer an einem staubfreien, trockenen und kühlen Platz aufgestellt werden. Da diese Voraussetzungen in der Werkstatt selbst meist nicht gegeben sind, **empfiehlt sich die Unterbringen in einem separaten Raum**. Damit wird gleichzeitig auch eine wirksame Abschirmung des vom Kompressor erzeugten **Lärms** erreicht.

Bei der Ausführung des Kompressorraumes ist auf eine **ausreichende Frischluftzufuhr** und Wärmeableitung sowie auf gute Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten und Prüfungen zu achten.

Der Werkstattbetrieb einer Schreinerei erfordert einen sehr wechselhaften Druckluftbedarf. Ein Kolbenkompressor ist in aller Regel die richtige Wahl. Ein Schraubenkompressor empfiehlt sich erst ab einem kontinuierlichen Mindestverbrauch von 400 l/min.

Die Luft, die ein Kompressor ansaugt und verdichtet, enthält Wasserdampf, der durch die Verdichtung als **Kondensat** ausfällt. Deshalb ist ein **Drucklufttrockner** sinnvoll, um das Kondensat wirksam abzuscheiden. Dies verbessert die gesamte Lebensdauer des Leitungssystems. Das abgelassene Kondensat enthält Ölbestandteile aus dem Kompressor und darf deshalb **nicht über die Kanalisation** oder das Erdreich entsorgt, sondern muss aufgefangen und über einen **Benzinabscheider** entsorgt werden. Moderne Geräte haben den Trockner mit einem **Öl-Wasser-Abscheider** in sehr kompakter Form integriert. Dadurch wird das Kondensat von den Öl-Bestandteilen gereinigt und kann problemlos in die Kanalisation gegeben werden.

Dimensionierung des Druckluftkompressors

Für die **Dimensionierung eines Kompressors** ist die Zahl der gleichzeitigen Anwender abzuschätzen. Eine Reserve von 30 - 40 % sowie typische Leckageverluste von 25 - 30 % sollten hinzu addiert werden. Der Verdichter mit seinem jeweiligen Wirkungsgrad muss die sich daraus ergebende effektive Liefermenge bereitstellen können.

Tabelle: Druckluftverbrauch von technischen Einrichtungen im Schreinerhandwerk

Verbraucher	Düsenform und -durchmesser	Betriebsdruck bar	Luftverbrauch l/min
Fließbecherspritzpistole	breit, 1,5 mm	2,5	150
	rund, 1,5 mm	2,5	110
	breit, 1,8 mm	3,5	215
	rund, 1,8 mm	3,5	160
	breit, 2,0 mm	4,5	270
	rund, 2,0 mm	4,5	180
	breit, 3,0 mm	5,0	320
	rund, 3,0 mm	5,0	230
Ausblaspistole	1,0 mm	6,0	60
	1,5 mm	6,0	135
	2,0 mm	6,0	240
Bohrmaschine		6,0	300 - 400
Schwingschleifer		6,0	250
Heftgerät		6,0	30
Nagelgerät		6,0	350

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler- und Schreinerbetrieben S. 130

Näheres zur Planung von Druckluftanlagen und der Druckluftverteilung findet sich auf der Seite Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Druckluft.

Energieoptimierung

Ein großes Problem bei der Druckluftversorgung stellen die **Leckagen** dar. Insbesondere die Kupplungen und Ventile nutzen sich ab und "verbrauchen" ohne Nutzen teure Energie. Auch undichte Leitungen wirken sich hier aus und können **bis zu 40 % der gesamten Leistung** eines Kompressors verbrauchen.

Tabelle: Kosten für Undichtigkeiten im Druckluftnetz

Lochdurchmesser tatsächliche Größe mm	Luftverlust l/s bei 6 bar	Energieverlust pro Jahr bei 8.760 Std./a und 0,09 €/kWh KWh	€
1	1,24	2.891	260,17
3	11,14	26.017	2.341,55
5	30,95	72.270	6.504,30
10	123,80	289.080	26.017,20

Quelle: Klima schützen - Kosten senken S. 10

Weitere Möglichkeiten der **Energieoptimierung** von Druckluftanlagen:

Betriebszeit	Die Druckluftanlage sollte außerhalb der Arbeitszeit ausgeschaltet werden. Dies kann bei Neuanlagen auch automatisch erfolgen. Die Druckluftverteilung sollte dann abgeschottet sein.
Nenndruck	Die wenigstens Maschinen benötigen Druckluft von über 7 bar. Es gilt den Druck soweit wie möglich abzusenken. Eine Reduktion des Nenndruckes verringert erheblich den Stromverbrauch und erhöht die Standzeit des Kompressors. Der eingestellte Nenndruck sollte maximal 1,5 bar höher als der notwendige Betriebsdruck am Verbraucher sein.
Druckluftspeicher	Je kleiner der Druckluftspeicher dimensioniert ist, desto mehr Schaltspiele sind für den Kompressor erforderlich. Ein größerer Speicher kann diese Leerlaufverluste massiv reduzieren und ist besser als eine zu große Schaltdifferenz. Ebenso sollten die Druckluftleitungen großzügig im Durchmesser dimensioniert werden. Dies verringert den Leitungswiderstand und erhöht auch das abgepufferte Druckluftvolumen.
Ansaugluft	Die Ansaugluft des Kompressors sollte möglichst kalt und sauber sein. Dies verbessert erheblich den Wirkungsgrad.
Abwärme	Ein Kompressor erzeugt 90 % seiner Energie als Abwärme. Bei größeren Anlagen macht es Sinn, eine Abwärmenutzung für die Raumheizung zu prüfen. Dadurch können erhebliche Mengen an Heizenergie eingespart werden. Dies erfordert aber auch entsprechende Kulissenschalldämpfer, um die Schallbelastung nicht in die Werkstatt zu tragen.

Überwachungspflichten

Die Druckluft wird in einem Druckbehälter gepuffert, um die Druckschwankungen im Netz auszugleichen. Diese Druckbehälter werden typischerweise mit einem Druck von 10 - 12 bar belastet und weisen je nach Druckluftbedarf ein Volumen von 150 bis 1000 Liter auf. Bei ungenügender Dichtheit besteht die Gefahr einer Druckexplosion. Deshalb müssen sie regelmäßig **sicherheitstechnisch überwacht** werden.

Grundsätzlich gelten für den Betrieb von Druckbehältern folgende **Vorgaben**:

- Bescheinigung über die Bau- und Wasserdruckprüfung seitens des Herstellers (CE-Zeichen)
- Bei der erstmaligen Aufstellung muss ein **Sachkundiger** die Aufstellung bescheinigen.
- Die wiederkehrenden Prüfungen bestehen aus der inneren Prüfung (alle 5 Jahre) und der Druckprüfung (alle 10 Jahre) ebenfalls durch einen Sachverständigen.

Ausgenommen von der Prüfüberwachung sind **kleine Druckbehälter** für Baustellen, bei denen das Produkt aus Betriebsdruck und Behältervolumen die Zahl 200 nicht überschreitet. Sie benötigen lediglich das CE-Zeichen zum Nachweis einer ausreichenden Funktionsprüfung durch den Hersteller.

Lagerung

Lagerräume dienen zur Aufbewahrung von Werkstoffen, Materialien und sonstigen Gegenständen, die im Moment nicht benötigt werden. Entscheidend ist, dass die **Qualität der Materialien** nicht beeinträchtigt und Beschädigungen oder Zerstörungen vermieden werden. Von manchen Materialien - hauptsächlich aus der Oberflächenbearbeitung - gehen Gesundheits-, Brand- oder Umweltgefahren aus. Ihre Lagerung muss daher speziellen Anforderungen genügen.

Einer wohlüberlegten Lagertechnik wird im Schreinerhandwerk noch immer eine untergeordnete Rolle beigemessen. Aber **Lagerbestände binden Kapital**. Nur eine gute Abstimmung mit zuverlässigen Lieferanten ermöglicht eine Optimierung der eigenen Lagerbestände und somit minimierte Lagerkosten.

Werden die Lagerbestände zudem noch unstrukturiert, unsortiert und chaotisch verwaltet, bedeutet dies erhebliche Verluste in Form von **Fehlzeiten durch Suchen** bzw. **Lagerschwund** und **Doppeldispositionen**. Die Anbindung der einzelnen Lagerbereiche sollte gut bedacht werden. Hier werden in der Praxis häufig Fehler gemacht, sodass weite Wege entstehen. In Schreinereien werden etwa **35 % der Lohnkosten** durch Transportzeiten zwischen den Bearbeitungsprozessen verursacht!

Im Wesentlichen sind folgende Forderungen an eine gute Lagerplanung zu stellen:

1. Sicherstellung einer ausreichenden **Produktionsbereitschaft**
2. kostengünstige **Zwischenlagerung**
3. **materialgerechte** Aufbewahrung
4. schnelle **Zugriffsmöglichkeit** auf häufig benötigte Güter
5. Möglichkeit der **Lagerumstellung** auf geänderte Produktanforderungen
6. gute Kontroll- und **Inventurmöglichkeiten**

Den größten Lagerbereich in den meisten Betrieben stellen die so genannten **Zwischenlager** dar. Hier häufen sich nicht benötigte Einzelteile, Abschnitte, Waren zum Ausliefern, Baustellenrücknahmen usw. an und versperren die Transportwege.

Raum ist sehr teuer! Deshalb sollte eine gute Betriebsorganisation dafür sorgen, dass die Lagerbereiche geordnet und für alle gut nutzbar bleiben. Es empfiehlt sich, bei der Lagerplanung die Kompetenz des Landesfachverbandes zu Rate zu ziehen.

Die zunehmend engere **Zusammenarbeit zwischen Handwerk und Handel** führt dazu, dass Lagerbereiche teilweise entfallen. Kommissionsbezogen können Waren im Einzelfall auf Abruf geordert werden. Dies kann dazu beitragen, den Platzbedarf im Betrieb zu optimieren und die Lagerkosten systematisch zu senken.

Massivholzlager

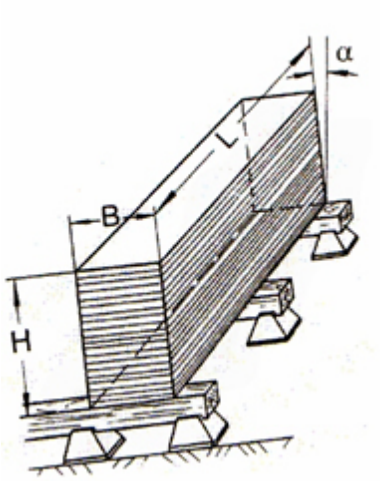
Freiluftlager für die Holztrocknung

Überdachte Massivholzlager im Freien sollten nicht nach Westen (Schlagregen) oder Süden (Rissbildung durch Sonneneinstrahlung) ausgerichtet sein. Lässt sich dies nicht vermeiden, so sollte ein ausreichender Schutz des Massivholzes durch einen **großen Dachüberstand** gewährleistet werden.

Wenn das Holz saftfrisch bezogen wird, muss es zunächst luftgetrocknet (Holzfeuchte ca. 15 - 18 %) werden. Dazu muss es **vom Wind umspült** werden können. Der Untergrund muss trocken und frei von Bewuchs sein, um die Ansiedlung von **Holzschädlingen** zu unterbinden. Bei unbefestigtem

Untergrund sind für die für Holzstapel **Betonfundamente** vorzusehen. Dabei ist auf eine sorgfältige Ausrichtung der Fundamente zu achten, damit sich das Holz nicht verziehen kann.

Bild: Zulässiger Neigungswinkel bei Massivholzstapeln



Die Stapel sind unbedingt auf eine ausreichende Standsicherheit zu prüfen. Die Schräglage des Stapels darf 2 ° nicht übersteigen. Dies entspricht einem Überhang von 7 cm gemessen in 2 m Höhe.

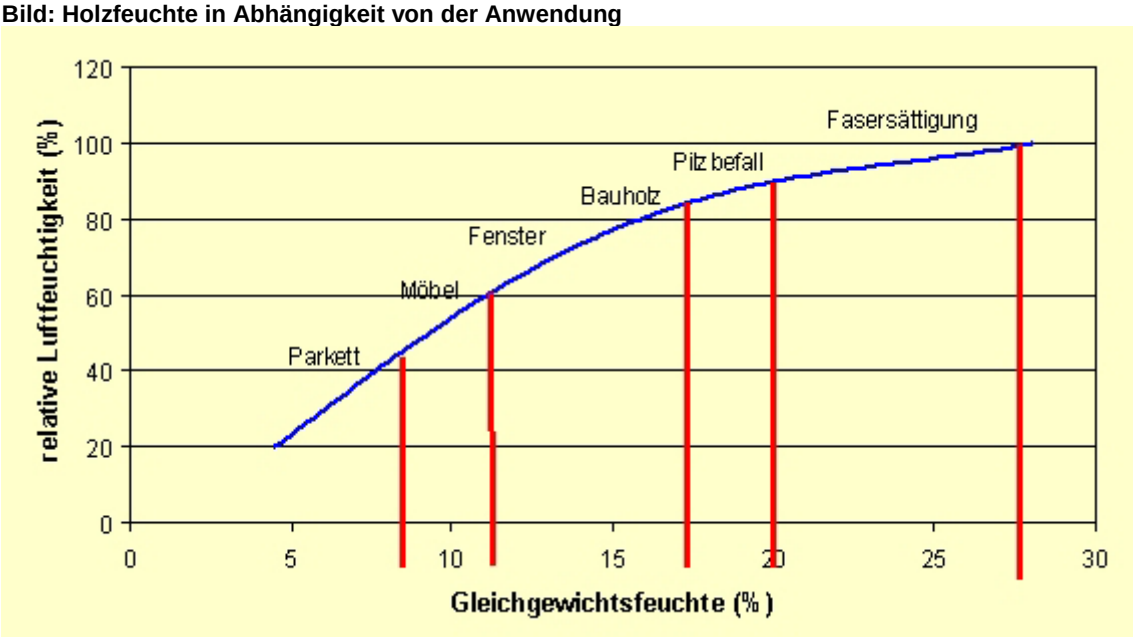
Quelle: Holz-Berufsgenossenschaft, München

Lagerung von getrockneten Massivholz

Die meisten Betriebe beziehen ihr Massivholz weitestgehend getrocknet. Das Holz muss dann witterungsgeschützt in geeigneten Räumlichkeiten gelagert werden.

Für eine hohe Einbauqualität beim Kunden sollte die **Holzfeuchte** vor der Verarbeitung **geprüft** werden. Häufig ist es erforderlich, das Holz noch eine Weile in eigenen witterungsgeschützten Lagerräumen zu klimatisieren. Nach DIN 18355 muss der Feuchtegehalt für Innenausbauteile, die nicht mit der Außenluft in Verbindung stehen, 6 - 10 % bezogen auf das Darrgewicht betragen.

Bild: Holzfeuchte in Abhängigkeit von der Anwendung



In Anlehnung an die Vorgaben der DIN 18355, DIN 1052 und DIN 4074

Für die Lagerung von Holzbohlen und Brettern haben sich **Kragarmregale** bewährt. Sie verhindern, dass nicht zu viele Bohlen übereinander geschichtet werden und umzustürzen drohen. Zudem wird das **Platzangebot** wesentlich besser und **übersichtlicher genutzt**. Auch hier kann eine lesbare **Beschriftung** hilfreich sein, um eine ausreichende Ordnung sicherzustellen.

Bild: Hilfseinrichtung zum Handling von Massivholzbohlen

Quelle: dds, Ausgabe 5/2001 S. 114

Für das Handling der Bohlen können Vakuumtragegeräte oder einfache Transportwagen eingesetzt werden. Zum Sortieren von Bohlen aus den oberen Regalen ist es hilfreich, wenn das Kragarmregal auf halber Höhe herausziehbar ist, damit dort einzelne Bohlen zum Sortieren abgelegt werden können.

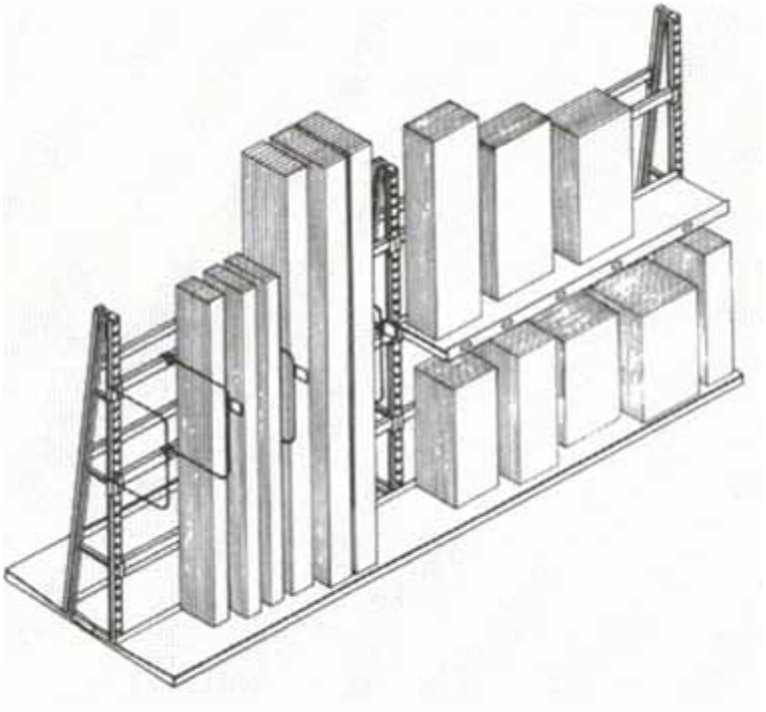
Bild: Hilfseinrichtung zum Handling von Massivholzbohlen

Restelagerung

Gerade beim Zuschnitt von Brettern und Bohlen fallen oft **50 % des Materials als Holzreste** an. Der überwiegende Teil kann nicht in der Produktion wieder verwendet werden. Um den Anfall von Holzresten zu optimieren, haben sich **Lasergeräte beim Zuschnitt der Bohlen** und Bretter bewährt. Mit der Laserausrichtung können die Zuschnitte genauer erfolgen. Sie erleichtern eine optimale Holzausbeute und verringern damit anfallende Holzspreißel.

Geeignete Reststücke sollten nur insofern gelagert werden, wie sie von den Mitarbeitern jederzeit einsehbar und genutzt werden können. **Zu schnell entstehen vielfältige Resteecken, die keiner geeigneten Nutzung mehr zugänglich sind.** Es empfiehlt sich, die zumeist langen, schmalen Abschnitte in einem **einseitig offenen Regal mit Querstützen** zu lagern. Dies erleichtert das Sortieren und Wiederverwenden für andere Anwendungen. Ein solches Regal kann durchaus gemeinsam mit den Plattenresten genutzt werden.

Bild: Lager für Massivholz- und Plattenreste



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 146

Plattenlager

Plattenwerkstoffe werden vor allem im Innenausbau eingesetzt. Sie dürfen bei der Lagerung nicht der **Witterung ausgesetzt** werden, damit sie sich nicht verziehen oder aufquellen. Platten aus kühlen Räumen sollten einige Tage bei Verarbeitungstemperatur zwischengelagert werden. Sie nehmen dann die **Raumtemperatur der Werkstatt** auf, werden optimal **klimatisiert**, und können bereits unter den Bedingungen verarbeitet werden, unter denen sie später auch zum Einsatz kommen.

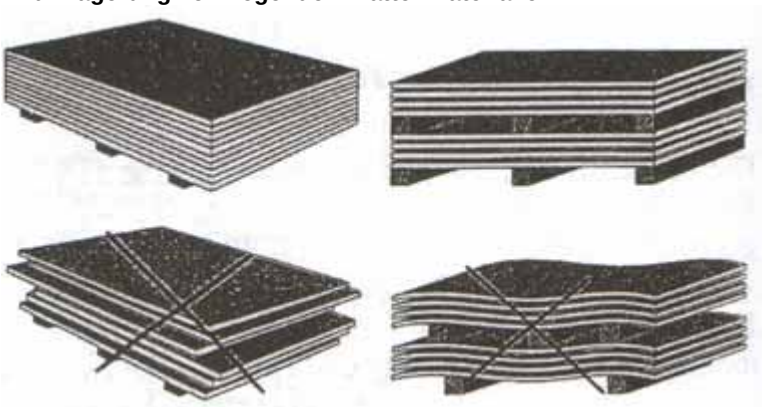
Plattenförmige Werkstoffe können stehend oder liegend gelagert werden. In beiden Fällen ist auf eine saubere Auflage zu achten, da **Verformungen** meist nicht mehr beseitigt werden können. Für die Handhabung der großen und schweren Platten sind geeignete Transporteinrichtungen vorzusehen.

Bodenlagerung

Die Bodenlagerung ist die einfachste Lagermöglichkeit. Sie benötigt zwar nur **geringe Investitionskosten**, die ungünstige Raumausnutzung, das schwierige Hantieren der Platten und die große Unübersichtlichkeit wiegen diesen Vorteil aber bei weitem wieder auf. Bodenlagerung macht nur dort Sinn, wo die Platten **sofort weiterverarbeitet** werden, zum Beispiel wenn der Lieferant die Platten kommissionsweise liefert. Diese Vorgehensweise minimiert auch den Aufwand für das Ein- und Auslagern.

Bei größeren Betrieben werden oft größere Pakete an Plattenmaterialien geordert und länger gelagert. Dies erfordert aber ein genaues Stapeln mit entsprechenden Abstandshölzern, um ein **Durchbiegen** der Platten zu **verhindern**.

Bild: Lagerung von liegenden Plattenmaterialien



Quelle: Meisterbuch Holz und Kunststoff, Fachverband Holz- und Kunststoff NRW, Dortmund 1997, S. 240

Stehende Lagerung

Eine stehende Plattenlagerung ist dort geeignet, wo die Plattenvielfalt hoch und die Anzahl der Einzelplatten verhältnismäßig gering ist. Bei stehender Lagerung ist die Gefahr immer sehr groß, dass Platten oder Plattenpakete umfallen. Um **schweren Arbeitsunfällen** vorzubeugen, bedarf es einer **ausreichenden Sicherung**. Mit nach oben geschlossenen Regalen lässt sich diese am einfachsten gewährleisten. Das Einschieben oder Herausziehen der Platten wird durch Rollen und evtl. ergänzend durch Kranaufnehmer unterstützt.

Auch beim Umblättern einzelner Platten treten **hohe seitliche Kräfte** auf. Die Plattenfächer sollten daher nicht breiter als 50 cm sein. Idealerweise werden diese **seitlich angeschrägt,** um eine bessere Auflage der Platten zu gewährleisten.

Bild: Gut Sortiertes Plattenlager

Quelle: bm - Bau- und Möbelschreiner, Ausgabe 8/2004 S. 41

Eine gut **lesbare Beschriftung** erleichtert die Ordnung im Lager und verringert die Suchzeiten.

Fahrbare Lagergestelle

Um die Beschickung der Plattenaufteilsäge zu erleichtern, bietet es sich an, das **Plattenlager auf Rollschienen** zu lagern. So kann das Lager auf die jeweils benötigte Plattenart verstellt und die Platte direkt auf die vertikale Plattenaufteilsäge beschickt werden. Dabei ist die Lagergröße allerdings beschränkt, um es einem einzelnen Mitarbeiter zu ermöglichen, das Regal auf die benötigte Position zu verfahren.

Plattenreste

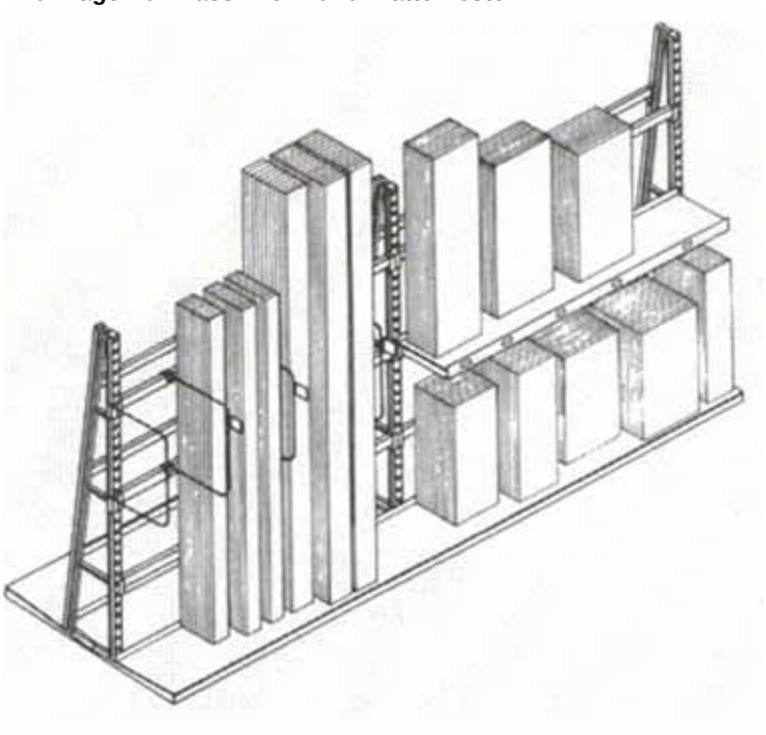
In jedem Betrieb fallen Plattenreste an - und überall ist die Entscheidung schwierig, was aufgehoben und was gleich als Abfall eingestuft wird. Aus Gründen des Umweltschutzes gilt es, Reste optimal zu nutzen. Besser ist es natürlich, wenn sie erst gar nicht anfallen.

Optimierungsprogramme zur Aufteilung der Plattenformate in die benötigten Einzelteile können auch bei kleineren Betrieben zu erheblichen **Einsparungen** führen.

Das Lagern von Plattenresten muss dem Grundsatz "Was nicht durch die Mitarbeiter schnell und eindeutig gefunden werden kann, wird besser weggeworfen" genügen. Die **Suchzeiten** sind ansonsten immens. Nur ein übersichtliches Restelager ist effektiv nutzbar.

Als vorteilhaft hat sich erwiesen, die Resteteile in einem **einseitig offenen Plattenregal** aufzubewahren. Dabei sollten schmale Teile separat von breiten Teilen gelagert werden. Letztere können auf zwei Etagen verteilt werden. Eine gut **lesbare Beschriftung** ist auch hier hilfreich.

Bild: Lager für Massivholz- und Plattenreste



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 146

Liegende Regallagerung

In größeren Betrieben mit **horizontalen Plattenaufteilsägen** bietet es sich an, die Platten liegend zu lagern. Mit einem Stapler können sie dadurch leicht vom Lkw abgeladen, eingelagert oder für den Zuschnitt bereitgestellt werden. Die Platten können flach liegend mit einem Vakuumsauggerät auf den Bearbeitungstisch der Plattenaufteilsäge eingelegt werden.

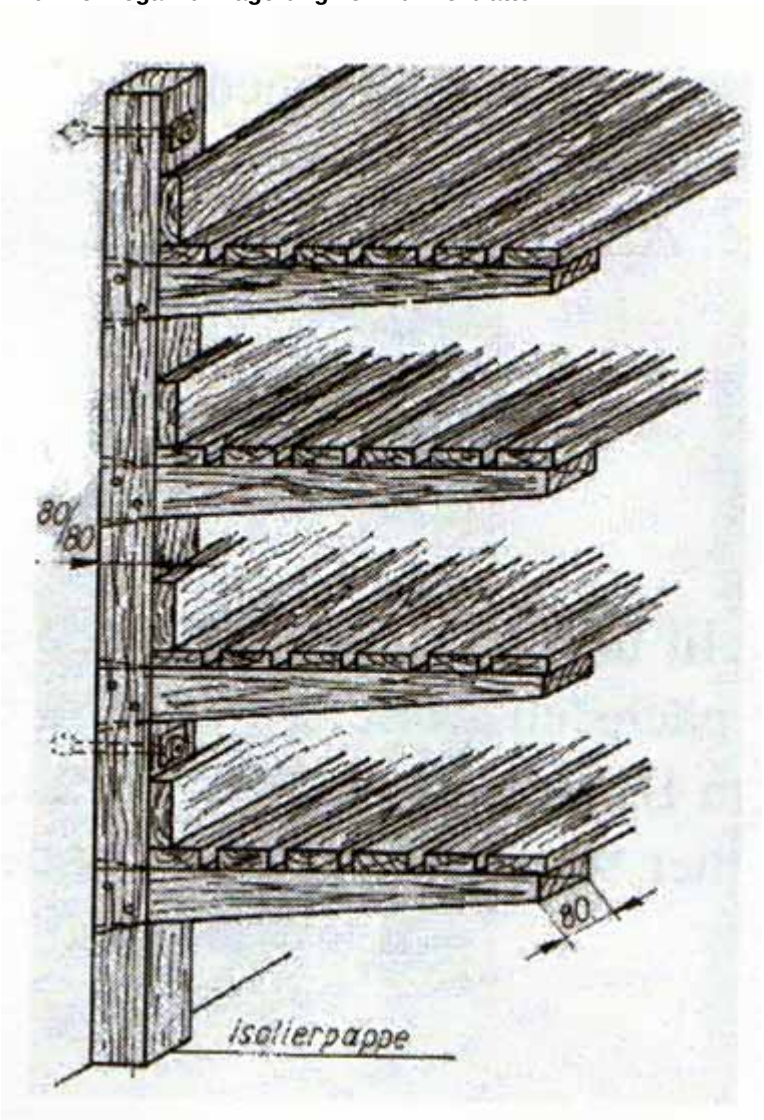
Lagerregale für eine liegende Plattenlagerung müssen aufgrund des **hohen Plattengewichts** stabil ausgeführt werden. Die **zulässigen Lasten** müssen an den Regalen durch Aufschrift angegeben sein.

Ihre Stand- und Tragsicherheit muss den betrieblichen Beanspruchungen genügen sowie durch rechnerische Tragfähigkeitsnachweise für die tragenden Elemente oder durch Belastungsversuche nachgewiesen sein. Näheres dazu findet sich in der **berufsgenossenschaftlichen Vorschrift BGR 234** Lagereinrichtungen und -geräte.

Furnierlager

Furniere neigen aufgrund ihrer dünnen Beschaffenheit zum schnellen Austrocknen genauso wie zur schnellen Aufnahme von Feuchtigkeit. Die oberen Lagen sowie die Randlagen bleichen durch UV-Strahlung leicht aus. Das dargestellte Holzregal eignet sich optimal, um einen geeigneten **Feuchteausgleich** sicherzustellen. Damit wird die Holzfeuchte über die Furnierstapel vergleichmäßigt.

Bild: Holzregal zur Lagerung von Furnierblättern



Quelle: Meisterbuch Holz und Kunststoff, Fachverband Holz und Kunststoff NRW, Dortmund 1997, S. 252

Das Furnierlager sollte in einem Raum untergebracht werden, der folgende **Anforderungen** erfüllt:

- Dunkle Räume verhindern ein Ausbleichen oder Verfärben durch UV-Strahlung.
- Die Lagertemperatur sollte am besten 15 - 18 °C betragen.

- Die Luftfeuchte sollte im Bereich 65 - 75 % liegen. Dies verhindert ein Verspröden wie auch ein Welligwerden der Furniere.

Lacklager

In einer Schreinerei werden vor allem im Oberflächenbereich oft brennbare Gefahrstoffe verarbeitet. Alle brennbaren Stoffe mit einem **Flammpunkt** bis zu 55 °C müssen als leicht entflammbar bzw. entflammbar mit dem nebenstehenden Symbol gekennzeichnet werden. Diese Stoffe müssen **feuerbeständig** abgetrennt gelagert werden. Türen zum Lager müssen mindestens **feuerhemmend** (F 30) ausgeführt sein. Nicht zulässig ist die Lagerung

- in Arbeitsräumen
- in Durchgängen und Durchfahrten
- in Treppenräumen
- in Dachräumen

In den Lackierräumen selbst darf höchstens die Menge bereitgestellt werden, die dem **Bedarf einer Arbeitsschicht** entspricht.

Sofern das Lacklager ausschließlich der Lagerung dient, wird der gesamte Bereich als explosionsgefährdeter Bereich der Zone 2 eingestuft. Sofern dort auch Misch, Ab- und Umfüllarbeiten stattfinden, müssen die Anforderungen der Zone 1 erfüllt werden. Lacklager müssen umwelttechnisch folgende Auflagen erfüllen:

1. Die **Fußböden** müssen undurchlässig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.
2. An den **Zugängen** soll das Verbotszeichen "Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten" sowie das Warnzeichen "Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" angebracht sein.
3. Zugänge vom Freien aus sollten unbedingt mit dem **Verbotszeichen** "Zutritt für Unbefugte verboten" gekennzeichnet werden.
4. **Heizkörpereinrichtungen** sollten so gestaltet werden, dass auf ihnen keine Ablagerung möglich ist.
5. **Beleuchtungskörper** müssen in einer explosionsgefährdeten Ausführung zum Einsatz kommen, die der Zonenstufung des Lagers entspricht.
6. Bei ausschließlicher Lagerung (Zone 2) ist eine **natürliche Belüftung** ausreichend. Für einen Lagerraum der Zone 1, wo auch Materialien angemischt und umgefüllt werden, müssen technische Lüftungsmöglichkeiten eingerichtet sein, um einen mindestens 5-fachen Luftwechsel zu gewährleisten.
7. Durch den Einbau einer **Türschwelle** (mindestens 5 cm) wird das Eindringen von auslaufenden Flüssigkeiten in andere Räume verhindert. Alternativ können auch dichte Auffangwannen zum Einsatz kommen. Dabei sollte die Auffangmöglichkeit mindestens 10 % des gesamten Lagervolumens aufnehmen können.

Lackreste

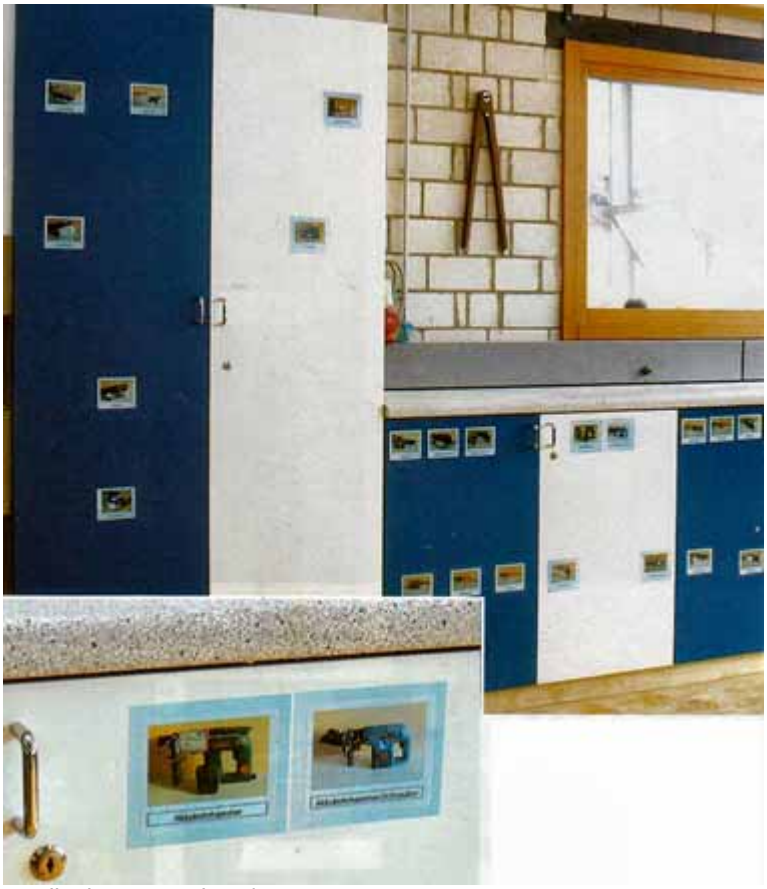
Lacke und andere Oberflächenmaterialien sind teuer. Deshalb ist es oft schwer zu entscheiden, ob Lackreste noch aufgehoben oder einer Entsorgung zugeführt werden sollen. Auch hier gilt: Eine Restelagerung ist nur so gut, wie sie **den Mitarbeitern übersichtlich zugänglich** ist. Ansonsten werden immer wieder frische Lackgebinde geöffnet und die eingelagerten Lackreste nicht aufgebraucht.

Insbesondere **Härter** für 2-Komponenten Lacke sind nicht lange lagerfähig. Einige Hersteller weisen auf den Gebinden ein **Haltbarkeitsdatum** aus. Ist dies nicht vorhanden ist, so sollte beim Einlagern das Datum mit einem Stift auf dem Gebinde vermerkt werden.

Es empfiehlt sich, **regelmäßig alte Lackreste auszusortieren**, um die Übersichtlichkeit in den zumeist kleinen Lacklagern nicht unnötig einzuschränken und ein Überlagern von Lacken zu vermeiden. Weitere Hinweise im Umgang mit Lackresten und anderen Abfällen aus dem Oberflächenbereich finden Sie im Bereich Schreiner > Entsorgung > Oberflächenmaterialien.

Handmaschinen

Handmaschinen und Baustellengeräte, die von allen Mitarbeitern genutzt werden, sollten systematisch gelagert und gewartet werden. Um schadhafte Maschinen rechtzeitig zu reparieren bzw. auszusortieren, sollte dieser Bereich von einem erfahrenen Mitarbeiter überwacht werden.



Die Suche nach Handmaschinen kostet viel Zeit. Deshalb sollte das dafür vorgesehene Lager so übersichtlich wie möglich sein. Es sollte dort untergebracht werden, wo die Maschinen am ehesten gebraucht werden. In der Regel ist dies im Bankraum bei der Endmontage.

Quelle: bm, Ausgabe 9/2004 S. 80

Um ein Verstauben der Maschinen zu verhindern, kann es sinnvoll sein, diese **in Schränke einzuschließen**. Eine eindeutige **Kennzeichnung**, möglichst mit Bild, unterstützt die Übersichtlichkeit. Alle Maschinen sollten ihren Platz haben: **Wo Akkubohrer drauf steht, ist auch Akkubohrer drin!**

Wenn die Maschinen auf der Baustelle von mehreren Bauteams genutzt werden, kann ein **Namensschild** oder Namenseintrag darauf hinweisen, wo die Maschine gerade im Einsatz ist. Damit solche Informationssysteme funktionieren, sollten sie gemeinsam mit den Mitarbeitern entwickelt werden. Dies fördert die Motivation und Mitverantwortung.

Durch eine gute Lagerstruktur wird nicht nur viel Zeit gewonnen, sondern auch die **Lebensdauer** der Maschinen verbessert. Sinngemäß gilt diese Empfehlung auch für andere Baustelleneinrichtungen wie **Leitern oder Gerüste**.

Mit den Mitarbeitern muss klar abgestimmt werden, wie und wo die Einrichtungen **nach der Rückkehr von den Baustellen im Betrieb abgelegt** werden. Schnelles unstrukturiertes Abladen und Wegräumen verlagert die Sucharbeit nur auf die nächsten Montageteams.

Magazin

Die Lagerung von Beschlägen und Kleinteilen ist in vielen Betrieben ein Problem. Die **Vielfalt** hat in den letzten Jahren enorm zugenommen und erschwert eine übersichtliche Ordnung. Bei der Planung eines Magazins sollte man folgende Punkte bedenken:

- Nach welchen **Themen** kann das Magazin strukturiert werden?
- Wie sind die Regale oder Schubladen zu **kennzeichnen**?
- Welche Teile werden **häufig benötigt**, welche eher selten?
- Wer ist für die **Ordnung** zuständig?
- Wer ist für das **Einlagern** neuer Teile zuständig?
- Welche **Mindestbestände** sind erforderlich?
- Wie wird der **Bestellbedarf** gemeldet?

In größeren Betrieben wird das Magazin durch einen eigenen Mitarbeiter verwaltet. Dadurch werden Einlagern und Entnahme genau kontrolliert. In kleineren Betrieben sollte abgewogen werden, ob das Magazin nur vom Meister oder von allen Mitarbeitern genutzt werden soll. In der Praxis überwiegt letztere Lösung. Dies erfordert eine **gute Abstimmung über die gemeinsame Ordnung** und Klarheit darüber, wie diese aufrechterhalten werden kann.

Ansprüche an Ordnung und Sauberkeit müssen von der Geschäftsführung **vorgelebt** werden. Nur so sind die Mitarbeiter bereit, sie mitzutragen.

Eine technisch anspruchsvolle Ordnungsmöglichkeit besteht in einem **Paternosterregal**, das den vorhandenen Platz bis unter die Decke oder bis in den Keller nutzt. Die Suche nach Teilen kann über einen Bildschirm erfolgen.

Bild: Paternosterregal

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Apothekerschubladen oder **Sichtlagerkästen** haben sich für die Aufbewahrung von Beschlagsteilen gut bewährt. Sie nutzen den Raum aus, sind leichtgängig, verhindern ein Verstauben der Teile und können gut beschriftet werden. Man kann entweder die Schubladen direkt beschriften oder sie mit einem **Kurzcode** versehen (z. B. B3 = 2. Spalte - 3. Reihe). Eine separate **Übersichtsliste** klärt die Zuordnung von Codes, Teilen und Lagerort. Vor allem bei großer Teilevielfalt ermöglicht dieses Verfahren eine recht flexible Nutzung des Schubladensystems.

Für wichtige Teile, die häufig benötigt werden, sollten **eindeutige Mindestbestände** festgelegt werden. Mit den Mitarbeitern ist abzustimmen, wie der erforderliche Bestellbedarf weitergeleitet wird. Dies kann geschehen durch:

- Eintrag in einer Liste
- Abreißen des Kartondeckels mit der genauen Teilebezeichnung und Ablage in einem dafür vorgesehen Fach
- Nutzung eines Lesestiftes, der über die jeweiligen Barcodes der Teile geführt wird

Entweder kann der Mitarbeiter dann direkt beim Lieferanten oder Händler bestellen oder aber die Arbeitsvorbereitung informieren. Diese gleicht die Bestellung dann mit dem aktuellen Kommissionsbedarf ab und löst sie aus.

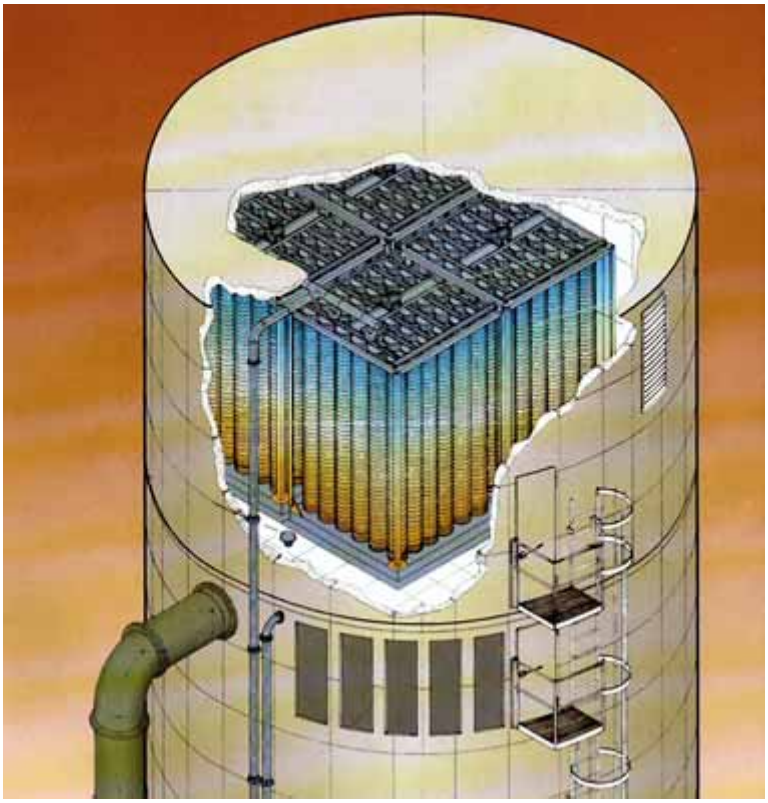
Schraubenlager

Schraubenlager werden teilweise im Magazin, oft aber auch getrennt davon geführt. Für ein gutes Lager ist wesentlich:

- **Kennzeichnung**, welche Schraubensorte wo gelagert werden soll
- leichte **Schrägstellung** der Regalböden nach vorne, um die Übersicht zu erleichtern

Um die Wege der Mitarbeiter zu optimieren kann es bei größeren Betrieben sinnvoll sein, mehrere kleine Schraubenlager zu führen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass sich an den Arbeitsplätzen kleine **"Privatlager"** entwickeln und die Übersicht erschweren. Genau wie im Magazin ist es wichtig, dass die Bestände des Schraubenlagers **regelmäßig kontrolliert** werden.

Spänesilo



Holzstaub und Späne werden in der Regel über eine Absauganlage einem Spänebunker oder Spänesilo zugeführt. Sollen die Späne zum Heizen der Werkstatt genutzt werden, ist es von Vorteil, wenn der Spänebunker in unmittelbarer Nähe der Heizungsanlage angeordnet wird. Die **Silokapazität sollte mindestens 50 % der jährlichen Spänemenge** aufnehmen können.

Anlagen, in denen Staub, Späne und Hackschnitzel aus Holz gelagert werden, gelten als brand- und explosionsgefährdet. Daher müssen bei der Errichtung von Spänelagerräumen vor allem die **Unfallverhütungsvorschrift "Silos und Bunker" (BGV C 12)** der Holz-Berufsgenossenschaft beachten werden. Folgende Explosionsschutzzonen müssen beachtet werden:

Zone 20	Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft **ständig oder langzeitig** oder häufig vorhanden ist.
Zone 21	Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft bei Normalbetrieb **gelegentlich** auftritt.
Zone 22	Bereich, in dem bei Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur **kurzzeitig**.

Die Einstufung von Silobereich, Filteranlagen und Förderleitungen entsprechend den Explosionsschutzzonen der **Betriebssicherheitsverordnung** ergibt sich aus folgender Übersicht:

Tabelle: Beispielsammlung zur Zonenteilung in Anlagen zum Erfassen, Abscheiden und Lagern von Spänen

Anlagenkomponente	Zone	Bemerkungen	Schutzmaßnahmen
Absaugrohrleitungen zwischen Maschinen und Abscheider – Rohluftbereich	n.e.	Normalfall, bei Förderluftgeschwindigkeiten ≥ 10 m/s	
	21	Sonderfall, bei hohem Zerspanungsvolumen mit hohem Staubanteil, z.B. durch Breitbandschleifmaschinen, und Förderluftgeschwindigkeiten < 10 m/s	Funkenlöschanlagen empfohlen
Entstauber	n.e.	mit Luftvolumenstrom ≤ 6000 m^3/h	gemäß DIN 8416
Filteranlagen – Rohluftbereich	n.e.	Filteranlagen mit Luftvolumenstrom ≤ 6000 m^3/h	bei geschlossenen Filteranlagen ist wegen der Gefahr heftiger Abbrände eine Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673 notwendig
	21	Filteranlagen mit Luftvolumenstrom > 6000 m^3/h und nur gelegentlicher/diskontinuierlicher Abreinigung und Entkopplung der Rohluftbereiche von Filteranlage und Silo/Container (z.B. Zellenradschleuse, Ringleitung)	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673
	20	alle anderen Filteranlagen, z.B. Siloeinbaufilter, Siloaufsatzfilter ohne Austragung, Großfilteranlagen mit kontinuierlicher Abreinigung	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673
Filteranlagen – Reinluftbereich	n.e.	Reststaubgehaltsüberwachung vorhanden oder keine Reststaubgehaltsüberwachung im Reinluftbereich, jedoch regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	
	22	keine Reststaubgehaltsüberwachung im Reinluftbereich und keine regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	
Rückluftleitung zwischen Filteranlage und Arbeitsraum – Reinluftbereich	n.e.	im Leckagefall, wenn Polizeifilter oder Reststaubgehaltsmessgerät vorhanden und bei beschädigten Filterelementen Anlage selbsttätig abgeschaltet wird oder regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	ExplosionstechnischeEntkopplung Filter/Rückluftleitung
	22	im Leckagefall, wenn keine Reststaubgehaltsüberwachung im Reinluftbereich und keine regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	ExplosionstechnischeEntkopplung Filter/Rückluftleitung
Zyklone	21		
Materialtransportleitung mit pneumatischem Transport, z.B. zwischen Filteranlage und Silo	21		
Ringleitungsabschnitt ohne Materialtransport zwischen Silo und Zellenradschleuse	22		
Mech. Fördereinrichtungen, z.B. Schneckenförderer, Kratzförderer	n.e.		
Silo	20	Normalfall, bei pneumatischer Befüllung	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673
	21	Bei Befüllung im freien Fall, z.B. über eine mechanische Fördereinrichtung	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673

Quelle: Holz-BG, BGI 739 "Holzstaub" Anlage 9, Stand 2004, n.e. = Nicht explosionsgefährlicher Bereich

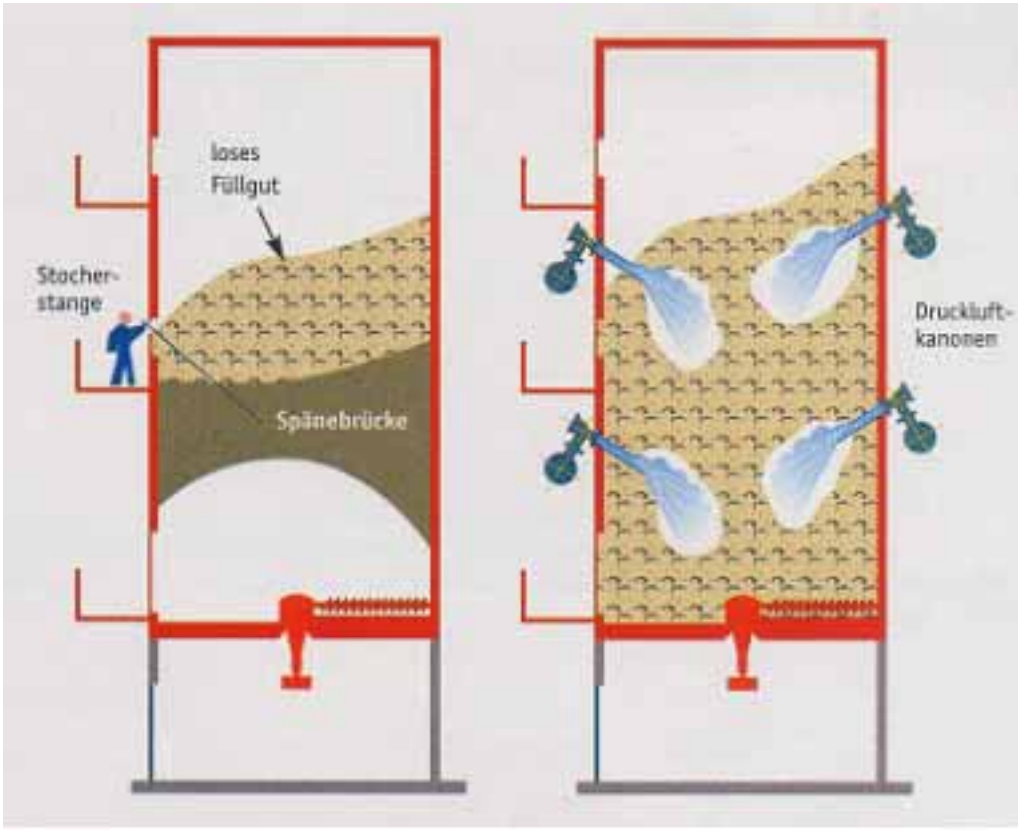
Der unmittelbare Bereich des Silos wird der **Zone 20** zugeordnet. Hieraus ergeben sich im Wesentlichen folgende **baulichen Vorgaben**:

- Silos aus nichtbrennbarem Material (Beton, Stahl) sollten in einem **Abstand** von mindestens 5 m zu anderen Gebäude errichtet werden. Bei brennbaren Baustoffen erhöht sich der Mindestabstand auf 15 m.
- **Zugänge** sind mindestens in Nähe des Silobodens und oberhalb des maximalen Füllstandes einzurichten.
- Vor Türen und anderen seitlichen Öffnungen in Höhe von mehr als 2 m über dem Boden sind **Podeste** mit einer Grundfläche von mindestens 0,8 x 1 m einzurichten.
- Fest angebrachte **Steigleitern** mit Rückschutz sind anzubringen.
- trockene **Sprühwasserlöscheinrichtungen** mit Steigleitung von mindestens DN 5 und Anschluss für die Löschwasserversorgung (C-Anschluss). Die von der Löschdüse zu schützende Fläche darf 12 m² nicht überschreiten und der Abstand untereinander darf höchstens 4 m betragen.
- Einbau von **Druckentlastungsflächen** entsprechend dem max. gelagerten Spänevolumen (H = Spänehöhe, D = Silodurchmesser)

Tabelle: Erforderliche Fläche A an Druckentlastungsflächen in Abhängigkeit vom Behältervolumen

V in m³	A_{ges} in m² bei H/D = 1	A_{ges}in m² bei H/D = 2	A_{ges} in m² bei H/D = 3	A_{ges} in m² bei H/D=4
5	0,49	1,05	1,38	1,61
10	0,83	1,77	2,33	2,72
20	1,40	2,99	3,92	4,58
30	1,9	4,06	5,32	6,21
40	2,36	5,04	6,60	7,72
50	2,79	5,96	7,81	9,13
60	3,20	6,84	8,96	10,47
70	3,60	7,68	10,07	11,76
80	3,98	8,49	11,13	13,00
90	4,35	9,28	12,16	14,21
100	4,71	10,04	13,17	15,38
200	7,93	16,93	22,19	25,92

Quelle: Gesamtdruckentlastungsfläche in Abhängigkeit vom Siloleervolumen nach VDI 2263 Blatt 3



Die **Austragung** der Späne aus dem Silo muss dem Gewicht der zu lagernden Spänemenge angepasst sein. Wenn die Späne in Form von Briketts gelagert werden, muss die Austragung dafür besonders geeignet sein! In Silos kann es zu Störungen durch Stauungen des Spänegutes oder Brückenbildung kommen. Dies tritt vor allem bei der Lagerung von Holzhackschnitzeln auf. Zur Beseitigung solcher Störungen sollten über die Höhe des Silos ausreichend viele Öffnungen vorgesehen werden.

Auch **Druckluftkanonen**, die in regelmäßigen Abständen automatisch durch schnelle Leerung des zugehörigen Druckbehälters (Luftstoß) aktiviert werden, können derartige Spänebrücken abbauen. Die Druckwelle lockert das Spänegut.

Bei der Kombination automatischer Holzfeuerungsanlagen mit Unterdruck-Filteranlagen und Ringsystem zum Spänesilo ist sicherzustellen, dass sich kein Unterdruck im Silo und in der nachgeschalteten Heizkessel-Beschickungseinrichtung bilden kann, z.B. durch Bypass in der Ringleitung und eine Druckausgleichseinrichtung im Bereich „Silo“ oder „Feuerungsbeschickung“. Nur von einer Fachfirma ausführen lassen.

Im **Gebäudebestand** befinden sich Späneräume häufig im Untergeschoss oder Keller. Hier können alle erforderlichen brandschutztechnischen Sicherheitsvorkehrungen nur begrenzt getroffen werden. Um eine ausreichende Druckentlastung zu gewährleisten, müssen die Entlastungsöffnungen in der Kellerwand über einen Schacht den Druck nach außen ableiten. Der Ausblaskanal muss so platziert werden, dass der dabei entstehende Staub- und Flammenstrahl gefahrlos abgeleitet werden kann.

Im Umgang mit Silos ist Vorsicht geboten: Hier können schwerwiegende Unfälle passieren. Deshalb sollten die Beschäftigten über das Verhalten bei Bränden in Silos und die Funktion der Sprühwasser-Löscheinrichtung mindestens **einmal jährlich unterwiesen** werden. Dabei sollten folgende Punkte angesprochen werden:

- Im Brandfall muss die Spänezufuhr zum Silo gestoppt werden.
- Das Abreinigen der Filteranlage ist dann zu verhindern. In Anlagen, bei denen das Abreinigen mit dem Stillsetzen der Ventilatoren gekoppelt ist, den NOT-AUS Schalter betätigen.
- Wenn der Spänesilo im Staufall betreten werden muss, sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Beim direkten Einstieg in das Silo unbedingt den Einsteigenden über einen Abseilgurt durch einen zweiten Mann sichern!
- Wenn das Silo voll wird, muss die Zufuhr der Späne gestoppt werden und eventuell eine gesicherte Entleerung durch einen Spezialbetrieb eingeleitet werden.

Diese Punkte sollten in einer **Betriebsanweisung** allen Beschäftigten zur Verfügung stehen.

Maschinenabsaugung

Bei allen Arbeitsgängen, bei denen Holz oder Holzwerkstoffe zerspant werden, entstehen Staub und Späne. Aus Gründen des **Arbeitsschutzes** sowie der **Produktqualität** ist eine ausreichende Erfassung und Absaugung geboten:

- Hohe Holzstaubkonzentrationen sind **gesundheitsschädlich**.
- Späneberge an den Maschinen erhöhen die **Unfallgefahr** und behindern den Arbeitsfluss.
- Späne im Werkzeugbereich beeinträchtigen die **Qualität** und Genauigkeit.
- Staub und Späne erhöhen die **Brand- und Explosionsgefahr**.

Die gesundheitliche Belastung durch **Holzstaub** ergibt sich aus der damit verbundenen Reizung der Haut wie auch der Atmungsorgane. Eichen- und Buchenholzstäube sind in der **Gefahrstoffverordnung** als krebserzeugend ausgewiesen. Auch wenn die krebserzeugende Wirkung noch nicht geklärt ist, ist eine weitestgehende Minimierung in jedem Fall geboten.

Für die Absaugung der Späne und Stäube werden Absauganlagen eingesetzt, die nach folgenden Prinzipien arbeiten:

- **Erfassung** der Späne durch Erfassungselemente an einzelnen Maschinen und Arbeitsplätzen
- **Absaugung** der Späne und Stäube durch Ventilatoren
- **Abscheidung** und Filterung der Späne und Stäube von der Absaugluft und Ableitung der gereinigten Luft in die Atmosphäre oder Rückführung in den Betrieb
- **Lagerung** der Späne und Stäube

Während Handmaschinen am besten durch Staubsauger abgesaugt werden, gibt es für die Maschinen Entstauber oder Absauganlagen. Die verschiedenen Lösungsansätze werden auf der Seite **Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung >Leitungskonzeptionen** näher erläutert.

Absauganlagen benötigen viel Strom. Ihre langen Laufzeiten in Kombination mit größeren Ventilatoren ergeben einen hohen Energiebedarf. Deshalb muss eine Anlage **genau geplant** werden, um eine ausreichende Absaugqualität bei Minimierung des Energiebedarfs zu erreichen.

Dabei kommen unterschiedliche **Ventilatoren** je nach Anwendungsfall zum Einsatz. Die Abscheidung der Späne erfolgt in der Regel durch **Gewebefilter**. Auch hier gibt es unterschiedliche Varianten, um den verschiedenen Anforderungen im Schreinerhandwerk gerecht zu werden. Schließlich müssen Staub und Späne gelagert werden, bis sie einer weiteren Verwertung zugeführt werden. Abhängig davon, ob die Späne im eigenen Betrieb thermisch genutzt oder extern entsorgt werden, bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten der **Lagerung** an.

Das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten muss genau geplant werden, damit es auf den einzelnen Betrieb passt. Dabei ist es wichtig, dass die Absaugung im Zusammenhang mit der Holzfeuerung und der Oberflächenabsaugung gesehen wird. Es ist daher empfehlenswert, im Falle einer Neu- oder Umplanung den kompetenten Rat des Fachverbandes einzuholen.

Holzstaub

Holzstaub ist nicht nur störend, er kann auch Krankheiten verursachen. Seit 1982 sind Holzstäube in der **TRGS** 900 als **krebsverdächtig** eingestuft. Eichen- und Buchenholzstäube werden zudem in Paragraph 35 der **Gefahrstoffverordnung** ausdrücklich als krebserzeugende Arbeitsstoffe genannt.

Inzwischen gibt es vielfältige Hinweise darauf, dass Holzstaub als Ursache für Krebserkrankungen immer in Kombination mit anderen Belastungsstoffen (z. B. Holzschutzmittel) in Frage kommt. Aber auch auf europäischer Ebene wird der Holzstaub von so genannten "Harthölzern" als besonders belastend eingestuft.

Hinzu kommt, dass die Stäube einiger Holzarten die Atemwege oder die Haut besonders reizen können. Dadurch kann es zu **Sensibilisierungen** kommen, d. h. der Verarbeiter bekommt eine Allergie auf diese Hölzer. Näheres zu sensibilisierenden Hölzern kann auf der Seite Schreiner > Materialien > Sensibilisierende Hölzer nachgelesen werden.

Die Verarbeitung von Holz sollte so weit wie möglich in **staubarmen Bereichen** erfolgen. **In diesen Bereichen muss der Luftgrenzwert für einatembarem Holzstaub von 2 mg/m³ dauerhaft sicher eingehalten sein**. Staubarme Bereiche können entweder durch technisch-organisatorische Maßnahmen oder durch regelmäßige messtechnische Überprüfung entsprechend den Vorgaben der **TRGS 420** erfolgen.

Wer die teuren Messkontrollen vermeiden will, sollte deshalb folgende **Maßnahmen im Betrieb** sicherstellen:

1. Alle spanabhebenden **Bearbeitungsmaschinen** sind an eine **wirksame Absaugung** angeschlossen. (Ausgenommen sind bestimmte Maschinen, die nur kurzzeitig weniger als 1 Stunde pro Schicht an wenigen Tagen im Jahr oder im Freien eingesetzt werden.)
2. Die mittlere **Mindestluftgeschwindigkeit** in den Absaugstutzen beträgt 18–22 m/s.
3. Neumaschinen sind **holzstaubgeprüft**. Sie tragen ein Prüfzeichen und werden bestimmungsgemäß betrieben und abgesaugt.
4. **Altmaschinen** sind bei der Holzstauberfassung nach dem berufsgenossenschaftlichen Informationsblatt BGI 739 "Holzstaub" optimiert.
5. **Handgeführte Elektrowerkzeuge** werden immer abgesaugt und der Staub wirksam abgeschieden. (Ausgenommen sind Handbohrmaschinen.)
6. Anlagen zur **Luftrückführung** sind holzstaubgeprüft. Sie tragen ein Prüfzeichen und werden bestimmungsgemäß betrieben.
7. Es werden ausschließlich **holzstaubgeprüfte Entstauber** verwendet.

Checkliste mit Erläuterungen (pdf, 122 KB)

Die gesamten gesetzlichen Rahmenbedingungen im Umgang mit dem Gefahrstoff "Holzstaub" sind in der TRGS 553 "Holzstaub" zusammengefasst. Dort ist auch festgelegt, in welchen Arbeitsbereichen nach dem aktuellen **Stand der Technik** die Einhaltung des **Luftgrenzwertes von 2 mg/m³ nicht gewährleistet** werden kann.

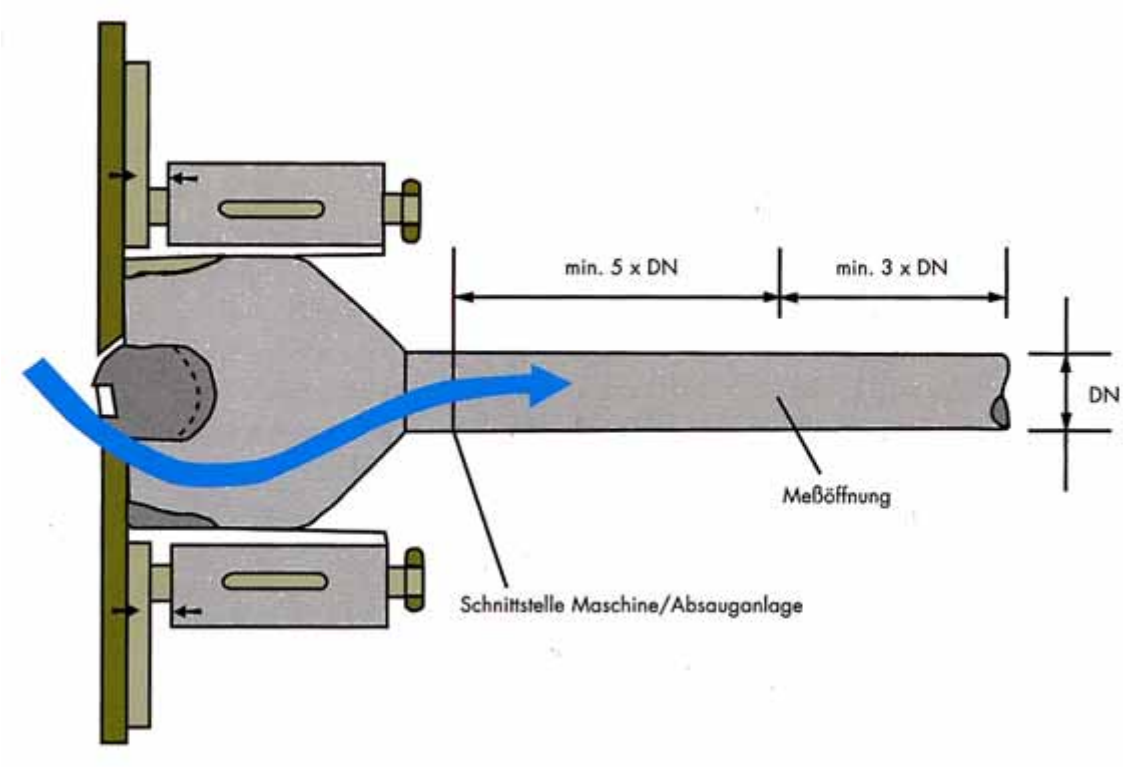
- Doppelabkürzsägen
- Tischbandsägen
- Tischoberfräsen (Mundschutz erforderlich)
- Drechselbänke (Mundschutz erforderlich)
- Schleif- und Schwabbelböcke
- Handkreissägemaschinen
- Parkettschleifmaschinen
- Handschleifarbeitsplätze

Hier gilt ein Grenzwert von 5 mg/m³, der soweit wie möglich durch technische Maßnahmen unterschritten werden soll.

Luftmessung

Nur durch strömungstechnisch optimierte Erfassungselemente an den Maschinen in Verbindung mit einem ausreichenden Luftvolumen kann eine ausreichende Absaugung der anfallenden Späne und des Staubes gewährleistet werden. Das Luftvolumen ergibt sich aus dem Leitungsquerschnitt DN und der Messung der Luftgeschwindigkeit mit einem Flügelradanemometer.

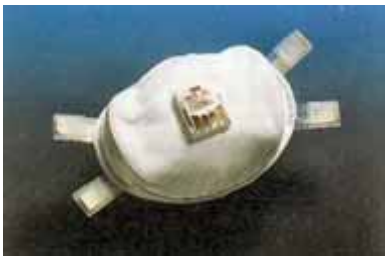
Grafik: Messstelle für die Erfassung der Luftgeschwindigkeit an Holzbearbeitungsmaschinen



Quelle: Berufsgenossenschaftliche Informationsschrift BGI 739 "Holzstaub" der Holz-BG

Messungen der Luftgeschwindigkeit sind vor der ersten Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen erforderlich.

Atemschutz



Wo keine technische Erfassung des anfallenden Holzstaubes möglich ist, muss dem Beschäftigten ein Atemschutz zur Verfügung gestellt werden. Als besonders geeignet haben sich die **Partikelfilter FFP2SL** nach DIN EN 149 erwiesen.

Sie sollen insbesondere bei folgenden **Arbeitsgängen** eingesetzt werden:

- Wechseln von Filterelementen und Sammeleinrichtungen
- Einsteigen in Silos
- Verarbeitung von sensibilisierenden Hölzern (s.o.)
- Arbeitsbereiche mit erhöhter Staubbelastung (s.o.)

Das Reinigen des Arbeitsbereiches und der Maschinen sollte nicht durch Kehren oder Abblasen, sondern mit Hilfe von Staubsaugern erfolgen. Es wird empfohlen, dass **in jedem Bereich mindestens ein geprüfter Industriestaubsauger** für Reinigungszwecke vorhanden ist.

Handarbeitsplätze

Das Schleifen im Handarbeitsbereich bleibt ein besonderer Problembereich. Hier kommt man mit Handschleifmaschinen, die an Absaugschläuchen angeschlossen sind, bei größeren Werkstücken schnell an Grenzen. Auch bei rein manuellen Schleifen ist eine Absaugung des Holzstaubes nicht möglich.

Deshalb empfiehlt es sich, für die Handschleifplätze so genannte abgesaugte Schleiftische oder Schleifbereiche einzusetzen. Die Schleiftische werden an die Maschinenabsaugung angeschlossen. Sie eigenen sich allerdings nur für kleine Schränke oder flache Werkstücke mit den maximalen Abmessungen von 2,50 m x 0,70 m.

Bild: Abgesaugter Handarbeitsplatz

Quelle: BGI 739 "Holzstaub" der Holz-BG

In **Schleifbereichen** wird ein Zuluftbereich von 2 - 4 m² über dem Arbeitsplatz und eine Absaugung im Fußboden eingerichtet. Dadurch kann der anfallende Holzstaub auch bei größeren Werkstücken mit ungünstigen Schleifbedingungen optimal erfolgen.

Bild: Schleifbereich

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Unterweisung

Neben den technischen Voraussetzungen müssen die Beschäftigten über die Risiken im Umgang mit Holzstaub **unterwiesen** werden. Dabei sollten folgende Punkte angesprochen werden:

- Kontrolle der **Erfassungselemente** an den Maschinen auf Beschädigungen oder Undichtigkeiten
- Kontrolle der Förderleitungen vor allem der **flexiblen Schläuche** auf ausreichende Dichtheit und eventuelle Verstopfungen
- Kontrolle des **Absaugfilters** und der Spänesäcke auf Beschädigungen
- Einsatz der **Atemschutzmaske** für bestimmte Arbeiten
- Reinigen der Arbeitsbereiche mit den **Staubsaugern**
- Absaugen von **Handmaschinen**

Die Gefahren im Umgang mit Holzstaub sowie entsprechende Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln sollten in einer **Betriebsanweisung** an den gefährdeten Bereichen aushängen.

Beispielhafte Betriebsanweisung (doc, 28 KB)

Planung Absaugbedarf

Durch die Absaugung an den Maschinen sollen Staub und Späne ausreichend erfasst und zum Lagerort transportiert werden. Dazu bedarf es zweier Prinzipien:

1. Strömungstechnisch **optimal gestaltete Erfassungselemente** an der Entstehungsstelle der Späne in der Maschine
2. **Mindestluftvolumen** zu deren Transport von der Maschine in das Spänelager

Neue holzverarbeitende Maschinen werden darauf getestet, ob sie eine ausreichende Späne- und Stauberfassung gewährleisten. Sie erhalten bei erfolgreichem Abschneiden das links aufgeführte **Prüfzertifikat**. Eine Liste aller aktuell geprüften Maschinen kann auf den Internetseiten der Holz-Berufsgenossenschaft (HBG) eingesehen werden.

Auch **ältere Maschinen** können nachträglich im Hinblick auf die Späneerfassung optimiert werden. Dazu wurden in verschiedenen Projekten für die einzelnen Maschinen Vorschläge erarbeitet und getestet. Die Informationsschrift der HBG BGI 739 "Holzstaub" listet für fast alle Maschinentypen auf, wie eine ausreichende Staub- und Späneerfassung erzielt werden kann.

Bei komplexeren und größeren Maschinen können derartige Musterprüfungen oft nicht durchgeführt werden. Hier muss der Maschinenhersteller klar vorgeben, mit welchem Luftvolumen der Luftgrenzwert von 2 mg/m³ für Holzstaub sicher eingehalten wird. Aus energetischen Gründen ist dabei von einer **Luftgeschwindigkeit** im Absaugrohr an der Maschine von **max. 22 m/s** auszugehen.

Absaugbedarf je Maschine

Die Planung einer Maschinenabsaugung beginnt damit, die **Verbraucher** - sprich: die Maschinen - detailliert zu erfassen. Für jede Maschine muss

1. der **genaue Standort** festgelegt werden,
2. das erforderliche **Absaugvolumen**
3. und der **Anschlusswiderstand** bekannt sein.

Der **Anschlusswiderstand** ergibt sich aus der Konstruktion der Maschine und der Luftgeschwindigkeit in den Erfassungselementen. Soweit er nicht aus den Unterlagen hervorgeht, muss ihn der **Maschinenlieferant** benennen können.

Aus diesen Daten können dann verschiedene Absaugkonzeptionen ermittelt und bewertet werden. Die folgende Tabelle listet für typische Holzverarbeitungsmaschinen in einer Schreinerei **Durchschnittsdaten** auf.

Tabelle: Absaugbedarf je Maschine

Maschine	Leitungs-querschnitt DN in mm	erf. Luft-volumen in m³/h
Abrichte/Dickte Hobelbreite < 63 cm	140	1.110
Abrichte/Dickte Hobelbreite > 63 cm	160	1.450
Tischfräse	oben: 120 unten: 100 Gesamt: 160	1.450
Formatkreissäge	oben: 80 unten: 120 Gesamt 140	1.110
Pendelkreissäge	120	820
Tischbandschleifmaschine	links: 160 rechts: 100 Gesamt: 200	2.260
Kantenschleifmaschine	links: 100 rechts: 100 Gesamt: 140	1.110
Vertikale Plattenaufteilsäge	140	1.110
Zapfenschneid-/Schlitzmaschine	oben: 80 unten: 120 Schlitz: 140 Gesamt: 200	2.260
Beschlageinlassmaschine	120	820
Tischoberfräse	120	820
Langlochbohrmaschine	120	820
Rundstabschleifmaschine	100	570
Tischbandsäge	120	820

Quelle: Holz-BG, BGI 739 "Holzstaub"

Dabei wurde eine Luftgeschwindigkeit von 20 m/s im Anschlussrohr zu der jeweiligen Maschine zugrunde gelegt. Bei **größeren Maschinen** mit mehreren Anschlüssen müssen die Vorgaben **maschinenspezifisch** in Abhängigkeit von Anzahl und Durchmesser der erforderlichen Absauganschlüsse ermittelt werden.

Für die Abnahme einer Absauganlage gelten grundlegende Vorgaben, anhand deren eine ausreichende **Wirksamkeit zu überprüfen** ist. Diese Vorlagen sollten Vertragsbestandteil bei einer Bestellung werden.

Übersicht über die Vorgaben (doc, 28 KB)

Die **Luftgeschwindigkeit** an den Maschinen kann mit einem Flügelradanemometer geprüft werden. Näheres dazu findet sich auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub.

Leitungskonzeptionen

Wenn geklärt ist, welche Maschinen an eine Absaugung angeschlossen werden und wo deren Standorte sind, können konkrete Leitungskonzeptionen entwickelt werden. Diese sind abhängig von:

- **Gleichzeitigkeit** bzw. Parallelbetrieb der abgesaugten Maschinen
- **Aufstellmöglichkeit** von Filteranlage und Ventilator
- Notwendigkeit der **Luftrückführung**
- Elektrischer **Energieverbrauch** der Gesamtanlage

Die konkreten baulichen Bedingungen haben naturgemäß den größten Einfluss auf die Verlegung der Leitungen und die Platzierung der Filteranlage. Im Hinblick auf die Abluftführung, den Aufstellort der Filteranlage und des Ventilators kann die Situation zu Nachbargebäuden ebenfalls eine Rolle spielen. Die Filteranlage sollte möglichst nahe an dem späteren Ort der Entsorgung der Späne platziert werden. Dies kann die eigene Holzfeuerung sein oder eine externe Verwertung.

Zusammenfassung der **wesentlichen Vorgaben** für die Konzeption einer Absauganlage (pdf, 111 KB)

Einzelabsaugung

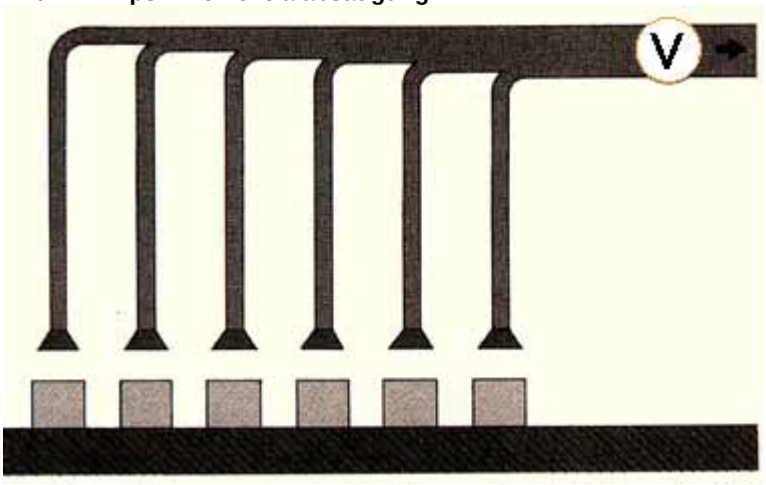
Bei der Einzelabsaugung hat jede Maschine ihren eigenen Ventilator. Dies kann für Maschinen sinnvoll sein, die baulich in einem anderen Brandabschnitt liegen oder nur mit großen Leitungslängen an die anderen Maschinen angeschlossen werden können. Auch die Absaugung von Handmaschinen mit Staubsaugern stellt eine Form der Einzelabsaugung dar.

Bei mehreren Maschinen in unmittelbarer Nähe macht hingegen die Einzelabsaugung wenig Sinn, da die **Investitionskosten** vergleichsweise **hoch** sind.

Zentralabsaugung

Bei der Zentralabsaugung werden alle abzusaugenden Maschinen an einen einzigen Ventilator angeschlossen. Die Auslegung der Absaugung erfolgt nach dem Luftbedarf für die Maschinen, die maximal gleichzeitig laufen. Eine Zentralabsaugung benötigt eine **umfangreiche Steuerung**, um die Stränge richtig abzuschieben und für eine ausreichend Transportluftmenge zu sorgen.

Bild: Prinzipskizze Zentralabsaugung



Ein **Entstauber** kann die Funktion der Zentralabsaugung bis zu einem Gesamtvolumen von max. 6.000 m³/h übernehmen. Damit sind normalerweise 3 - 4 Maschinen gleichzeitig nutzbar. Der Entstauber kann im Werkstattbereich aufgestellt werden. Für kleinere Betriebe ist diese Lösung normalerweise die günstigste.

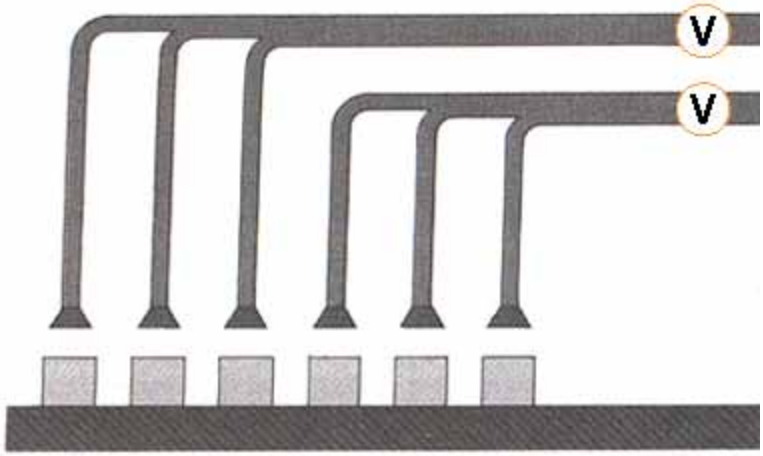
Ein wichtiger Vorteil der Zentralabsaugung ist, dass der Ventilator hinter dem Absaugfilter eingebaut werden kann. Er wird dadurch **reinluftseitig** eingesetzt. **Gegenüber einer rohluftseitigen Anordnung vor der Filteranlage haben derartige Ventilatoren einen um 20 - 25 % höheren Wirkungsgrad** und werden nicht durch Späne abgenutzt.

Bei größeren Anlagen kommen bei einer Zentralabsaugung schnell Motorleistungen von mehr als 10 kW zusammen. Hier empfiehlt es sich unbedingt, eine **Drehzahlsteuerung** vorzusehen, um die tatsächlich benötigte Leistung für gerade laufenden Maschinen besser auf die Ventilatorleistung anzupassen.

Gruppenabsaugung

Bei der Gruppenabsaugung werden die abzusaugenden Maschinen nach fertigungstechnischen oder räumlichen Aspekten zu Absauggruppen zusammengefasst, die jeweils durch einen eigenen Ventilator abgesaugt werden.

Bild: Prinzipskizze Gruppenabsaugung



Die Gruppenabsaugung ist oft der **günstigste Kompromiss**, um die Unterschiede im Luftbedarf zwischen großen und kleinen Maschinen auszugleichen. Man schafft damit mehrere kleinere Absauganlagen, die im Hinblick auf die Leistung und Nutzungshäufigkeit gruppiert werden.

Förderleitungen

Förderleitungen sollten aus fest verlegten Rohren bestehen. Sie müssen aus **nichtbrennbarem Material** sein. Fest verlegte Förderleitungen müssen zu brennbaren Bauteilen einen Abstand von 100 mm haben. Sofern die Leitungen festgelegte Brandabschnitte durchdringen, müssen selbständig wirkende **Brandschutzklappen** eingebaut werden, die für materialführende Rohrleitungen geeignet sind. Die Förderleitungen sollten **geerdet** werden, um elektrische Felder durch die Reibung der Späne an den Transportrohren besser abzuleiten.

Gelegentlich trifft man in der Praxis auf einfache **Kunststoffrohre**. Abgesehen von ihrer Brennbarkeit können sie sich statisch durch Spänereibung aufladen. Es kommt leichter zu Verstopfungen und elektrische Funken können Holzstäube entzünden.

Flexible Schläuche dürfen nur zwischen Maschinenabsaugstutzen und fest verlegter Förderleitung zum Einsatz kommen. Sie müssen mindestens aus schwer entflammbaren Material (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102) bestehen, sollten aufgrund ihres hohen Leitungswiderstandes **höchstens 0,5 m lang** sein und müssen geerdet werden.

Bild: Absaugschlauch mit wenig Wirksamkeit

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Der Durchmesser hat einen großen Einfluss auf den **Leitungswiderstand**. Er geht in der 3. Potenz in den Leistungsbedarf ein, d. h. ein um 10 % größeres Rohr senkt den Energiebedarf um 25 %. Größere Rohre sind zwar teurer, amortisieren sich jedoch über einen gesenkten Stromverbrauch.

Innerhalb des Rohrsystems bis zur Filteranlage muss eine **Mindestgeschwindigkeit** sichergestellt sein, um Späne und Stäube zu transportieren. Diese beträgt bei der Förderung von

- **Schleifstaub** 10 m/s
- **trockene** Holzspäne 15 m/s
- **feuchte** Holzspäne 20 m/s

Die Mindestgeschwindigkeit begrenzt die Möglichkeiten, den Energiebedarf mittels großen Rohrdurchmessern zu senken. Ein patentiertes Konzept von Scheuch ist dazu in der Lage, den Spänetransport in großen Rohren auch bei geringeren Geschwindigkeiten sicherzustellen. Über zusätzliche kleine Ventilatoren wird der Transport im großen Hauptrohr unterstützt (**Aktivierungssystem**). Dieser erhöhte Investitionsaufwand führt zu einer Senkung zwischen 20 - 30 % des Strombedarfs.

Wenn für die Aufbereitung von Spänen Hacker eingesetzt werden, sollten die Rohrleitungen verstärkt werden. Die groben **Hackschnitzel** beanspruchen die Rohrwandung in hohem Maße. Es kann sinnvoll sein, die Leitungen durch eine **zweite Schicht von** innen zu verstärken.

Leitungsverlegung

Die Rohrleitungen der Späneabsaugung können unter oder über der Werkstattdecke verlegt werden. Bleiben sie unter der Decke voll sichtbar, ist die Zugänglichkeit zwar sehr gut, aber die Rohrleitungen verstauben stark und die Lärmbelastung in der Werkstatt ist erheblich.

Eine abgehängte Ebene vermeidet nicht nur Staubablagerungen, sondern kann zudem als **Schallschutzdecke** ausgeführt werden. Dadurch wird die Lärmbelastung in der Werkstatt deutlich verringert. Für Reparaturen und Montagen muss dann entweder ein Zugang eingeplant werden oder die Decke zumindest in Teilbereichen begehbar sein.

Anlagensteuerung

Die Absauganlagen in Schreinerbetrieben werden zumeist sehr ungleichmäßig genutzt. Die Absaugung muss so betrieben werden, dass an jeder im Betrieb befindlichen Maschine die vorgesehene Luftleistung erreicht wird. Wenn man die Anlage für den gleichzeitigen Betrieb aller Maschinen auslegt, wird dies in jeder Betriebssituation sichergestellt. Allerdings ist der damit verbundene Luftbedarf und entsprechend der Energieaufwand sehr hoch.

Effektiver ist es, die nicht benutzten Maschinen mit **Absperrschiebern** vom Rohrnetz der Absauganlage zu trennen. Dadurch wird die Absaugleistung auf den **Gleichzeitigkeitsfaktor** der

wesentlichen Maschinen reduziert. Bei neueren Anlagen müssen die Absperrschieber automatisch geschaltet werden. Diese können pneumatisch oder elektrisch ausgeführt sein. **Pneumatische Absperrschieber** haben ein wesentlich schnelleres Ansprechverhalten als elektrische Schieber, sind aber auch deutlich teurer und erfordern zusätzlich zu jedem Schieber eine pneumatische Steuerleitung.

Für Altanlagen vor 1993 oder kleine Einzelanlagen bleibt es zulässig, die Rohrleitungen mit **Handschiebern** zu verschließen. Um sicherzustellen, dass die Schieber auch tatsächlich nach Bedarf eingesetzt werden, sind die Mitarbeiter in deren Gebrauch zu unterweisen. Sie müssen die Zusammenhänge zwischen einer effektiven Staub- und Späneerfassung und dem Einsatz der Handschieber verstehen.

Bei vollständigem Abschiebern der Förderleitungen muss auch beim Einzelbetrieb einer Maschine ein **Mindest-Fördervolumenstrom** sichergestellt werden, um Ablagerungen in den Förderleitungen zu vermeiden. Dies erfordert eine anspruchsvolle Anlagensteuerung. Dazu bedarf es des gezielten Öffnens von weiteren Schiebern, mechanisch wirkenden Bypassklappen oder Aktivierungsluftsystemen.

Beim Einschalten einer Maschine muss sichergestellt sein, dass die Absauganlage innerhalb von wenigen Sekunden **automatisch anläuft**. Nach Abschalten der Maschine soll die Anlage von selbst mit einem zeitlichen Nachlauf wieder herunterfahren.

Funkenlöschanlagen

Nach Untersuchungen der Holz-BG besteht bei folgenden Maschinen ein deutlich **erhöhtes Risiko**, dass bei der Bearbeitung Funken oder glimmende Teilchen entstehen und in die Absaugleitungen geraten:

- schnell rotierende Zerkleinerungsmaschinen
- Mehrblattkreissägen
- große Breitbandschleifmaschinen

In diesen Fällen besteht eine erhöhte Brand- und Explosionsgefahr. Die Funkenbildung wird auch durch das **Aufsaugen des Kehrichts** deutlich erhöht, wenn dadurch Metallteile in die Absaugung geraten und beim Transport über die Reibung an der Rohrwandung glühend werden.

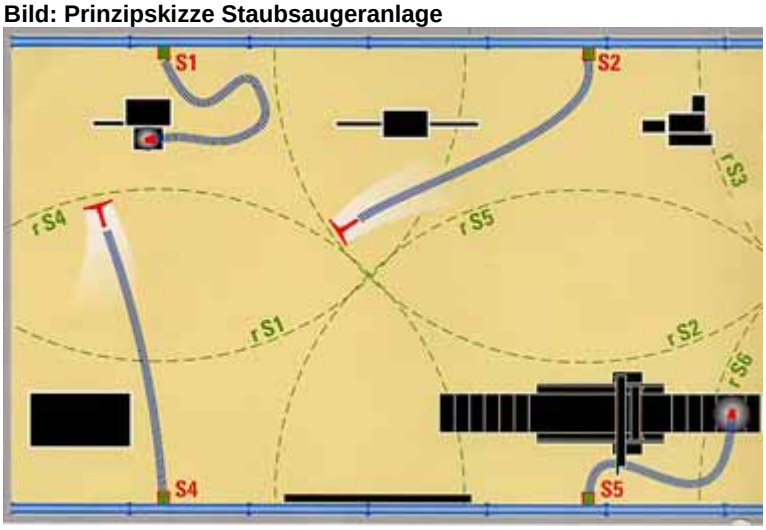
Auch über den Eintrag von Fremdmaterial in den Hacker sind Metallteile nicht gänzlich auszuschließen. Hier sollte beim Hacker eine spezielle **Metallabscheidung** der Absaugung vorgeschaltet werden.

Funkenlöschanlagen können die **Brand- und Explosionsgefahr im Silo deutlich verringern**. Sie bestehen aus einem oder mehreren Funkenmeldern sowie Düsen zum Einsprühen von Löschwasser. Die Funken werden gelöscht, bevor sie das Silo bzw. die Filteranlage erreichen. Der Abstand zwischen Funkenmelder und Löschdüsen ist von der Transportgeschwindigkeit und der Gesamtverzögerungszeit des Systems abhängig. Typischerweise beträgt dieser mindestens 6 m.

Handmaschinenabsaugung

Handmaschinen können einzeln über Staubsauger abgesaugt oder an eine Zentralabsaugung angeschlossen werden. Eine solche Staubsaugeranlage wird zumeist als eigener Absaugkreis eingerichtet, da hier besonders hohe Widerstände (kleine Durchmesser, lange flexible Leitungen) bei vergleichsweise geringem Luftvolumen zu überwinden sind. Spezielle Hochdruckventilatoren kommen dabei zum Einsatz.

Bild: Prinzipskizze Staubsaugeranlage

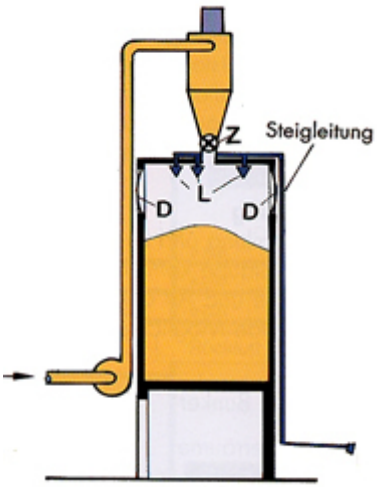


Für größere Werkstätten sind solche Staubsaugeranlagen vorteilhaft. Da auch Schläuche zum Aufsaugen angeschlossen werden können, **vereinfacht** das die **Reinigung** deutlich. Handmaschinen können an die jeweiligen Anschlussdosen mit ihren Absaugstutzen angeschlossen werden. Allerdings ist eine solche Lösung vergleichsweise **aufwändig**.

Absaugfilter für holzverarbeitende Maschinen

Zyklone

Bild: Zyklonabscheider



Zyklone sind **Massenkraftabscheider**. Sie trennen den Staub und die Späne durch Fliehkraft von der Luft. Die Rohluft wird in den Zyklon eingeleitet und dabei in eine Drehbewegung versetzt. Bei diesem Vorgang werden Staub und Späne gegen die Wände des Zyklons geschleudert und fallen nach unten in das Spänelager oder eine andere Auffangvorrichtung. Die gereinigte Luft wird nach oben weggeleitet.

Zyklone sind einfache und robuste Anlagen. Ihre Wirksamkeit nimmt allerdings bei kleineren Staubteilchen stark ab. Sie können **nicht die Vorgaben der 7. BImSchV einhalten**, wenn es sich um Gemische aus Spänen und Staub handelt. Ihre Stärke liegt in der Abscheidung von Spänen und Hackschnitzeln, weshalb sie vorrangig in Säge- und Hobelwerken zum Einsatz kommen.

Sofern sie in Schreinerbetrieben nur zur Absaugung von Hobel- und Fräsmaschinen eingesetzt werden, sind sie ausreichend wirksam. Bei einer Absaugung von Stäuben müsste dem Zyklon ein Staubfilter nachgeschaltet werden, um eine ausreichende Abreinigung der Luft zu gewährleisten.

Zyklone werden entsprechend der **Betriebssicherheitsverordnung** der **Zone 21** zugeordnet. Das ist ein Bereich, in dem gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes auftritt.

Näheres zur Einteilung der Staubexplosionszonen findet sich auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Spänesilo.

Filteranlagen in Arbeitsräumen

Bild: Entstauber

In Arbeitsräumen dürfen grundsätzlich **nur Entstauber** oder Filteranlagen aufgestellt werden, bei denen der Ventilator reinluftseitig angeordnet ist (Unterdruckanlagen). Die Größe solcher Anlagen ist **auf 6 000 m³/h begrenzt**. Damit können aber problemlos 3 - 4 typische Maschinen gleichzeitig ausreichend abgesaugt werden.

Die Austragung kann erfolgen:

- kontinuierlich ins Freie (Silo oder Container)
- in eine Brikettpresse
- Staubsammelbehälter mit eingelegten Säcken (max. 500 Liter Sammelvolumen)

Ab einem **Rohluftdurchmesser** des Ansaugstutzens der Filteranlage von **mehr als 200 mm** sind bei einem Entstauber folgende Ausstattungen zusätzlich erforderlich:

1. **druckstoßfestes Gehäuse** bis 200 mbar
2. **Rückschlagklappe** zur Absperrung der angeschlossenen Leitung im Explosionsfall
3. **Feuerlöscheinrichtung** bestehend aus einem Thermosensor zur Abschaltung der Anlage und automatischer Aufgabe von Wasser in das Filtergehäuse.

Ältere Filteranlagen von vor 1993 mit rohluftseitigem Ventilator dürfen weiterhin in Arbeitsräumen betrieben werden, wenn der Luftvolumenstrom nicht größer als 6.000 m³/h ist und die Filter und Staubsammelsäcke unbeschädigt und dicht angeschlossen sind.

Filteranlagen in eigenen Räumen

Filteranlagen von **mehr als 6.000 m³/h** müssen in einem eigenen Filterraum aufgestellt sein, der **feuerhemmend** von den anderen Betriebsräumen abgetrennt ist (s.u. Bild: Luftrückführung).

Sicherheitstechnisch sind für diese Anlagen folgende **Ausstattungen** erforderlich:

1. **Druckentlastungsflächen** (entsprechend dem Filtervolumen), die unmittelbar ins Freie - nicht auf Verkehrswege - münden. Bei offenen Filteranlagen muss der Filteraufstellraum selbst ins Freie druckentlastet werden.
2. **Sicherheitstechnische Entkopplung** des Filters von dem Rohrleitungssystem durch
   - eine Pendelklappe oder
   - eine Zellenradschleuse oder
   - Schnellschlussschieber

Elektrische **Leuchten** in Filteraufstellräumen müssen mit dem Kennzeichen D versehen sein. **Elektrische Betriebsmittel** müssen im Reinluftbereich von Filteranlagen mindestens der Gruppe II, Gerätekategorie 3D und mindestens Schutzart IP 54 (staub- und spritzwassergeschützt) entsprechen.

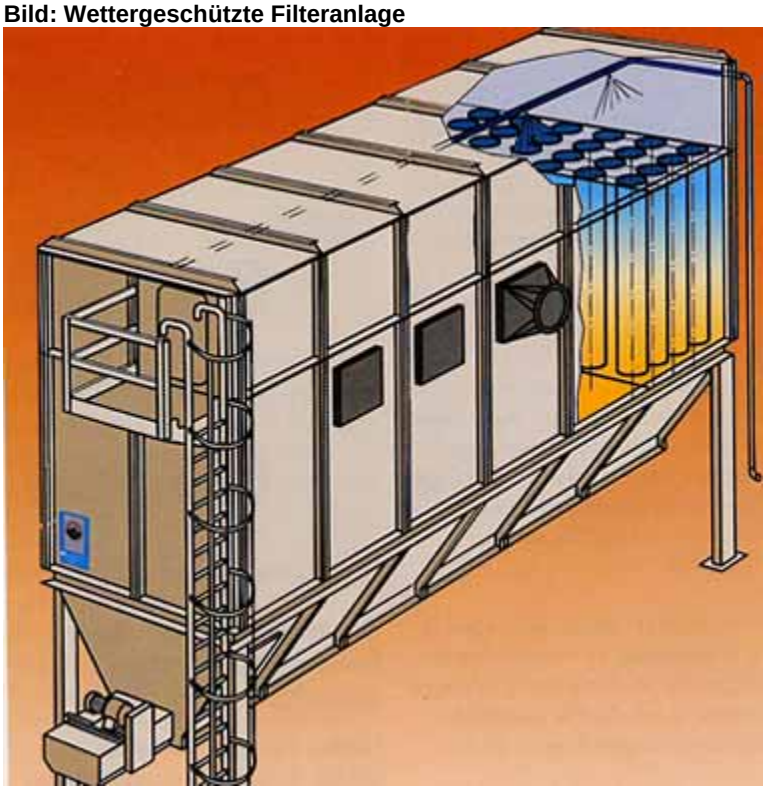
Filteranlagen außerhalb des Gebäudes

Die Aufstellung von Filteranlagen außerhalb des Gebäudes ist oft die baulich einfachste Lösung. Zudem wird dadurch die Lärmbelastung der Betriebsräume deutlich gesenkt. Die Aufstellung ist möglich in den Varianten:

- Einzelaufstellung an einer Außenwand
- Aufbau auf einem Silo
- Einbau in einem Silo

Bei einer Aufstellung an der Außenwand kann die Austragung der Späne in Sammelsäcke, eine Brikettpresse oder eine Ringleitung erfolgen. Über die Ringleitung werden die Späne und Stäube in einen Container oder in das Silo befördert. Die Ringleitung bedarf eines eigenen kleinen Transportventilators.

Bild: Wettergeschützte Filteranlage



Im Außenbereich müssen Filteranlagen über einen ausreichenden **Witterungsschutz** verfügen. Dies kann durch entsprechende Dachvorbauten oder eine wetterfeste Verkleidung der Anlage erfolgen. Im letzteren Fall ist der Einbau von Druckentlastungsflächen erforderlich, um eine gezielte Druckentlastung während einer Explosion zu gewährleisten.

Wenn Filteranlagen nicht alleine stehen, werden sie auf oder in einem Silo eingebaut. Wird die **Filteranlage auf das Silo** aufgesetzt, erfolgt die Übergabe der abgesaugten Späne über eine Zellenradschleuse an das Silo. Dadurch wird das Silo drucktechnisch entkoppelt. Explosionstechnisch wird in diesem Fall der Rohluftbereich der Filteranlage **der Zone 21** zugeordnet. Es ist also nur gelegentlich mit einer explosionsfähigen Atmosphäre in Form von brennbaren Stäuben zu rechnen.

Bei Anlagen mit einer Leistung von **weniger als 6.000 m³/h** ist keine explosionstechnische Einstufung erforderlich.

In allen anderen Fällen wird der **Rohluftbereich** der **Explosionsschutzzone 20** zugerechnet. Die Gefahr einer explosionsfähigen Atmosphäre durch eine Wolke von Holzstaub ist sehr häufig gegeben. **Elektrische Betriebsmittel** müssen deshalb der Gruppe II, Gerätekategorie 1D entsprechen.

Werden die Filterelemente regelmäßig kontrolliert oder ist eine technische Reststaubüberwachung eingebaut, so bedarf der **Reinluftbereich** normalerweise keiner Einstufung im Hinblick auf den Explosionsschutz. Alle **metallischen Anlagenteile** wie Stützkörbe von Filtern, Ventilatoren sowie Förderleitungen müssen elektrisch leitend verbunden und **geerdet** werden.

Luftrückführung

Sofern die Filteranlage im Arbeitsraum steht, wird die abgesaugte Luft immer in den Raum zurückgeführt. Aufgrund der gesundheitlichen Gefährdungen des Holzstaubes werden an die Filterreinigung besondere Anforderungen gestellt.

Bild: Prüfzeichen H2

Bei Entstaubern sollten nur Geräte zum Einsatz kommen, die das **Prüfzeichen H2** tragen und damit gewährleisten, dass der Reststaubgehalt von 0,2 mg/m³ sicher eingehalten wird.

Bei Altgeräten haben umfangreiche Messungen ergeben, dass von einer ausreichenden Reinigung ausgegangen werden kann, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. das Filtermaterial ist unbeschädigt
2. die Staub- und Sammeleinrichtung ist dicht und fest geschlossen
3. der Luftvolumenstrom nicht mehr als 6 000 m³/h

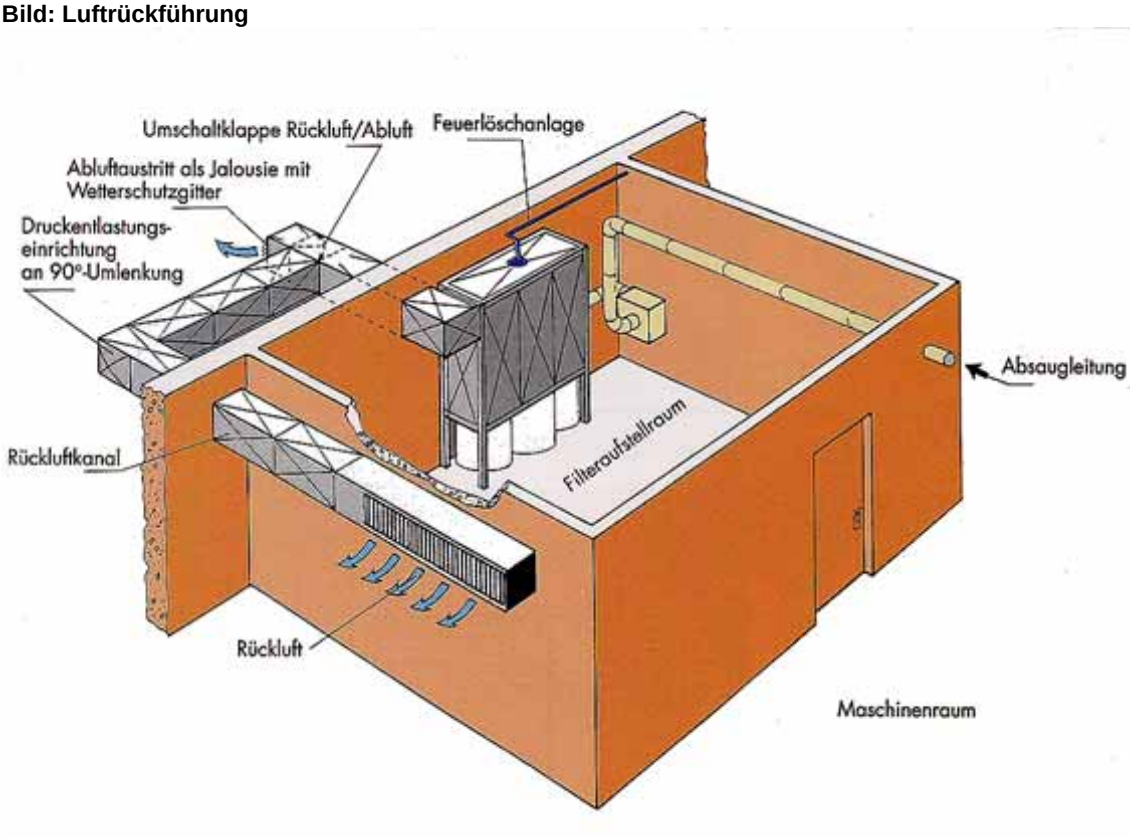
Für **kleinere Anlagen** im Außenbereich ist der Aufwand für die Luftrückführung meistens zu groß. Zwar gehen erhebliche Luftmengen durch eine Absaugung nach außen verloren und müssen nachgeheizt werden Allerdings stehen dem gerade in kleineren Betrieben die verhältnismäßig **geringen Nutzungszeiten** gegenüber.

Bei größerer Nutzung und Absaugvolumen ist eine Luftrückführung eine energetisch sinnvolle Sache, um Heizenergie einzusparen. Dies hängt aber auch davon ab, wie der Betrieb seine **Wärmeenergie erzeugt**. Wenn er mit Öl oder Gas heizt oder die verfügbaren Resthölzer zur Verbrennung regelmäßig knapp sind, wird eine Investition sich eher rechnen, als wenn ausreichend Spänevolumen vorhanden ist.

Die **Anforderungen** an eine Luftrückführung lassen sich folgt beschreiben:

- Prüfzeichen H3 (sichere Einhaltung eines Reststaubgehaltes von 0,1 mg/m³)
- Zwei 90°- Umlenkungen in der Rückleitung vor Eintritt in das Gebäude mit Druckentlastungsflächen an der Umlenkung
- Umschaltklappe Rückluft/Abluft

Bild: Luftrückführung



Quelle: Holz-BG, BGI "Holzstaub", S. 15

Der Rückluftkanal sollte die in die Werkstatt eingeleitete Luft **nicht direkt in den Arbeitsbereich** eines Mitarbeiters blasen, sondern möglichst schräg in den Raum oder zur Decke leiten.

Ventilatoren

Ventilatoren dienen dem Transport von Spänen, Hackschnitzeln und Stäuben. Jeder Ventilator hat eine eigene Kennlinie. Die Ventilatoren im Holzbereich zeichnen sich durch die Förderung eines großen Luftvolumens aus. Die Leitung eines Ventilators ist abhängig vom Widerstand der angeschlossenen Anlage. Der **Widerstand einer Absauganlage** ergibt sich aus

1. der **Leitungslänge**
2. dem **Durchmesser** der Leitungen
3. den **Einbauten** wie Umlenkungen und Abzweigungen
4. dem Widerstand der angeschlossenen **Maschinen**

Die Ventilatorleistung sinkt beträchtlich mit zunehmendem Leitungswiderstand. Generell gelten folgende Zusammenhänge:

Bild: Zusammenhänge Durchmesser, Volumen, Ventilatorleistung

$$\frac{P_1}{P_2} \approx \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^3 \approx \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$$

P steht für die elektrische Anschlussleistung,
V für das zu fördernde Luftvolumen und
D für den Rohrdurchmesser.

Nimmt das zu fördernde Luftvolumen beispielsweise um 10 % zu, ergeben sich daraus bereits 33 % höhere elektrische Anschlusswerte.

Umgekehrt ergibt sich bei einer **Zunahme des Durchmesser** der angeschlossenen Leitungen um 10 % eine **Senkung** der erforderlichen **Ventilatorleistung** um mehr als ein Drittel.

Aus **Lärmschutzgründen** sollten Ventilatoren schallisoliert im Freien oder in gesonderten Räumen aufgestellt werden. Um die Übertragung von Vibrationen auf Bauteile oder angeschlossene Rohrleitungen zu vermindern, sind **Maßnahmen zur Schwingungsdämpfung** notwendig, zum Beispiel

- Schwingungsdämpfer im Sockelbereich
- Kompensatoren zwischen Anschlussstutzen von Ventilatoren und angeschlossenen Rohrleitungen

Ventilatoren im Rohluftbereich

Wenn der Ventilator vor der Filteranlage angeordnet ist, wird er im Rohluftbereich eingesetzt. Die Ventilatorflügel müssen nicht nur die Luft, sondern auch das Material, sprich Späne und Hackschnitzel, transportieren. Dies bedeutet eine wesentlich **höhere Beanspruchung** der Ventilatorflügel als bei Ventilatoren im Reingasbereich (s.u.).

Auch Ventilatoren sollten **regelmäßig kontrolliert** und gewartet werden, um eventuelle Schäden an den Flügeln zu entdecken. Ansonsten können die dadurch entstehenden Unwuchten die Lager schädigen. Die Ventilatorleistung wird dann deutlich vermindert.

In Ventilatoren können durch Kontakt des Laufrades mit der Düse **Schlag- und Reibfunken** entstehen, die im Rohgasbereich zu Bränden und Explosionen führen können. Rohgasseitig angeordnete Ventilatoren müssen deshalb zwischen Laufrad und Düse mit einem Ring aus nicht funkenreißendem Material wie Bronze, Messung oder Kupfer ausgerüstet sein.

Ventilatoren im Reinluftbereich

Reinluftseitig angeordnete Ventilatoren haben keinen direkten Materialkontakt. Sie sind hinter der Filteranlage platziert und werden wesentlich **geringer beansprucht**. Die Ventilatorflügel können ausschließlich auf den Transport der Luft hin optimiert werden.

Reinluftseitige Ventilatoren weisen einen **über 25 % höheren Wirkungsgrad** auf als rohgasseitige. Bei entsprechender Laufzeit wird dadurch der höhere Investitionspreis schnell wieder kompensiert.

Späneaufbereitung

Um Späne und Hackschnitzel aufzubereiten und zu lagern stehen dem Schreiner folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Absackung
- Brikettierung
- Silo
- Bunker
- Container

Absackung

Bild: Offene Filteranlage mit Spänesäcken

Die einfachste Form, Späne und Stäube aus der Filteranlage zu erfassen und zu lagern sind Kunststoffsäcke. 3 - 4 Stück von ihnen werden typischerweise unterhalb der des Filters platziert. Sie haben jeweils ein **Fassungsvermögen** von 150 - 200 Liter und wiegen gefüllt zwischen 15 - 25 kg.

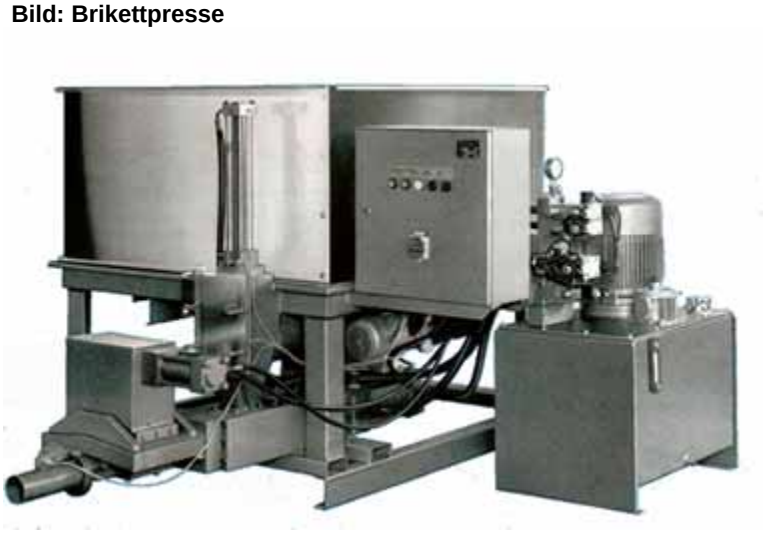
Spänesäcke können gut manuell gehandhabt werden, allerdings ist der Umgang mit erheblichen Staubbelastungen verbunden. Hier empfiehlt sich der Einsatz einer speziellen **Staubmaske** (Näheres dazu auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub).

Die Spänesäcke können später **verwertet** werden:

- in der betriebseigenen Holzfeuerung
- in einer Holzfeuerung bei einem Kollegenbetrieb
- in einem Reitstall als Streu

Brikettierung

Bild: Brikettpresse



Die Brikettierung ermöglicht eine Verdichtung der Späne und Stäube zu zylinderförmigen oder 8-eckigen Briketts. Heute werden fast ausschließlich hydraulische Brikettieranlagen eingesetzt. Sie ermöglichen **Komprimierung des Volumens um den Faktor 1:6 bis 1:8**. Die Briketts erlangen damit **Eigenschaften**, die denen **von Massivholz** ähneln. Je höher der Staubanteil in der zu brikettierenden Fraktion, desto eher krümeln die Briketts aus. Bei längerer Lagerung zerfallen sie häufig.

Briketts können abgesackt und als Brennstoff verwertet werden. Wenn sie ausschließlich aus Massivholzspänen hergestellt werden, können sie auch ähnlich wie Massivholz im Privatbereich als Brennholz für den hauseigenen Kamin genutzt werden.

Der typische **Leistungsumfang** kleiner hydraulischer Brikettpressen liegt zwischen 50 und 100 kg/h.

Wenn die Briketts in einem Brikettraum gelagert werden, um sie später in der eigenen Holzfeuerung zu verbrennen, kann damit das erforderliche **Raumvolumen** gegenüber einer reinen Spänelagerung um **rund 70 % reduziert** werden. Die Briketts werden dazu hinter der Brikettpresse in einem Schlauch oder Kanal geführt, der durchaus 10 bis 15 m überbrücken kann. Gegenüber Spänen ist die Lagerung mit deutlich weniger Staub verbunden, sie ähnelt eher der Lagerung von Massivholz. Die untere Explosionsgrenze von 30 g/m³ wird in der Regel nicht erreicht. Deshalb sind auch bei normalen Bedingungen keine zusätzlichen Druckentlastungsflächen erforderlich. Der vorbeugende Brandschutz im Sinne der Vermeidung von Zündquellen muss allerdings gewahrt bleiben. Zudem ist der Einbau einer Trockenlöschleitung empfehlenswert, um im Brandfall von außen das Feuer gezielt bekämpfen zu können.

Brikettpressen sind gegenüber anderen Lagerformen wesentlich **empfindlicher**. Es bedarf besonderer Sorgfalt, dass keine Metallteile in die Presse gelangen und so die Spannzangen beschädigen. Aufgrund der erheblichen **hydraulischen Kräfte** kann es häufiger zu Störungen kommen.

Silo

Die Entscheidung für die Lagerung der Späne und Stäube in einem Silo geht einher mit der Frage, ob man die anfallenden Resthölzer im Betrieb thermisch verwerten möchte. Sofern dies baulicherseits möglich ist kann in der räumlichen Zusammenfassung von Filtereinheit, Silo und Holzfeuerung die komfortabelste Erfassung und Verwertung ermöglicht werden.

Die Dimensionierung eines Silos ist eine langfristige Frage. Da ein späterer Ausbau meist nicht mehr möglich ist, kann er eigentlich gar nicht groß genug sein. Für die Planung geht man zumeist von dem **Faktor 0,5** bezogen auf den gesamten **Brennstoffbedarf** pro Jahr aus. In der folgenden Tabelle wird

überschlägig die Dimensionierung in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung der Holzfeuerung abgeschätzt:

Tabelle: Nennwärmeleistung und Silokapazität

Nennwärmeleistung (kW)	50	75	100	150	200	300
Brennstoffbedarf (m³)	111	167	223	334	446	669
Silokapazität (m³)	56	84	112	167	223	335

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben S. 99

Weitere Informationen zur **sicherheitstechnischen Ausstattung** von Silos finden sich auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Spänesilo.

Bunker

In vielen bestehenden Betrieben kann ein Silo nicht ergänzt oder integriert werden. Oft lässt es sich aber ermöglichen, eine ausreichend sichere Lagerung auch in den Kellerräumen vorzusehen.

Vorteile:

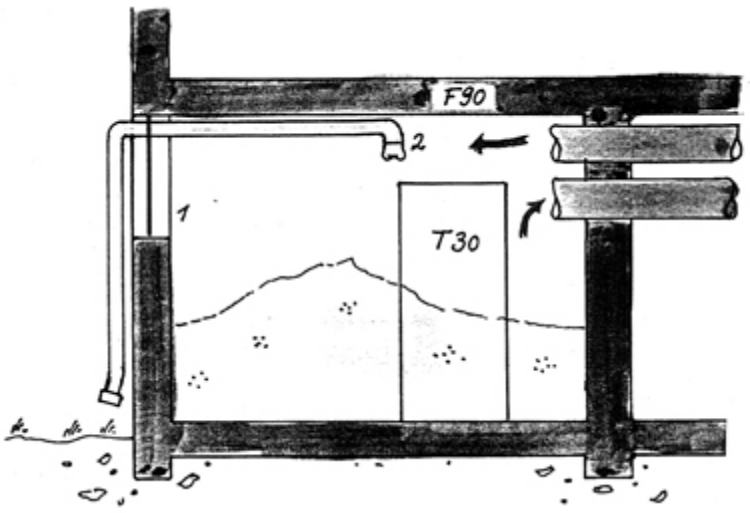
- Vorhandene Kellerräume können genutzt werden.

Nachteile:

- Zumeist begrenzte Lagerkapazität
- Einrichtungen des Brand- und Explosionsschutzes sind oft schwieriger einzubauen, als dies bei einem Silo der Fall ist.
- Entleerung bei Betriebsstörungen schwierig.

Grundsätzlich sind Bunker gut geeignet für die Lagerung von Briketts oder Stückholz. Bei der Lagerung von Holzspänen und -stäuben müssen zusätzliche Sicherheitsanforderungen im Hinblick auf eine **Sprühwasserlöscheinrichtung** und **Druckentlastungsflächen** beachtet werden. Im folgenden Bild ist eine mögliche Lösung dargestellt. Dabei stellt 1 die Druckentlastung dar und 2 die Trockenlöschleitung, um von außen im Brandfall Löschwasser in den Bunker einbringen zu können.

Bild: Sicherheitstechnik in einem Bunker im Keller



Quelle: Wärme aus Holzresten, Fachverband des Schreinerhandwerks, BW, S. 18

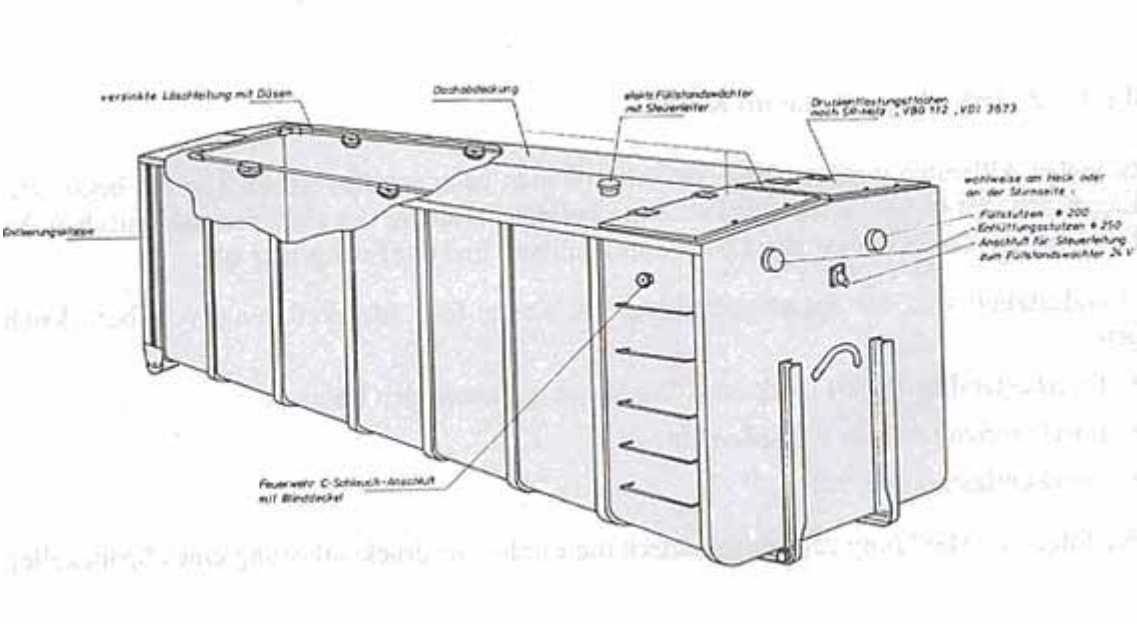
Container

Dort, wo keine betriebliche Holzfeuerung für die Verwertung der Späne vorgesehen ist, bieten Containersysteme eine gute Alternative zu den Sacksystemen. Zwei Varianten kommen in der Praxis zum Einsatz.

Wird die abgesaugte Luft zunächst in den Container geführt, bedarf es einer vergleichbaren **Sicherheitstechnik** wie bei einem herkömmlichen Silo:

- **Sprühwasserlöscheinrichtung** mit C-Anschluss
- **Druckentlastungsflächen**
- elektrischer Füllstandswächter

Bild: Einblascontainer für Späne



Im Container werden die Späne vorabgeschieden und die Staubfraktion wird danach in der Filteranlage erfasst.

In der zweiten Variante erfolgt die komplette Abscheidung von Spänen und Stäuben in der Filteranlage. Über eine **Zellenradschleuse** wird das erfasste Material drucklos einem einfachen Container übergeben. Der Container benötigt in diesem Fall keine zusätzlichen Explosionsschutzeinrichtungen.

Bild: Spänecontainer nach Zellenradschleuse

Quelle: Planen und Einrichten von Tischler-/Schreinerbetrieben S. 108

Oberflächenbereich

Die Oberfläche ist das Aushängeschild des Schreiners. Mit einer individuellen hochwertigen Oberfläche kann er sich im Wettbewerb qualitativ von Industrie und Handel absetzen. Für die Verarbeitung der dafür erforderlichen Beschichtungsstoffe bedarf es geeigneter baulicher Einrichtungen sowie qualifizierte Mitarbeiter. Es ist zu berücksichtigen, dass im Oberflächenbereich mit vielen Gefahrstoffen umgegangen wird, die folgende Eigenschaften aufweisen können:

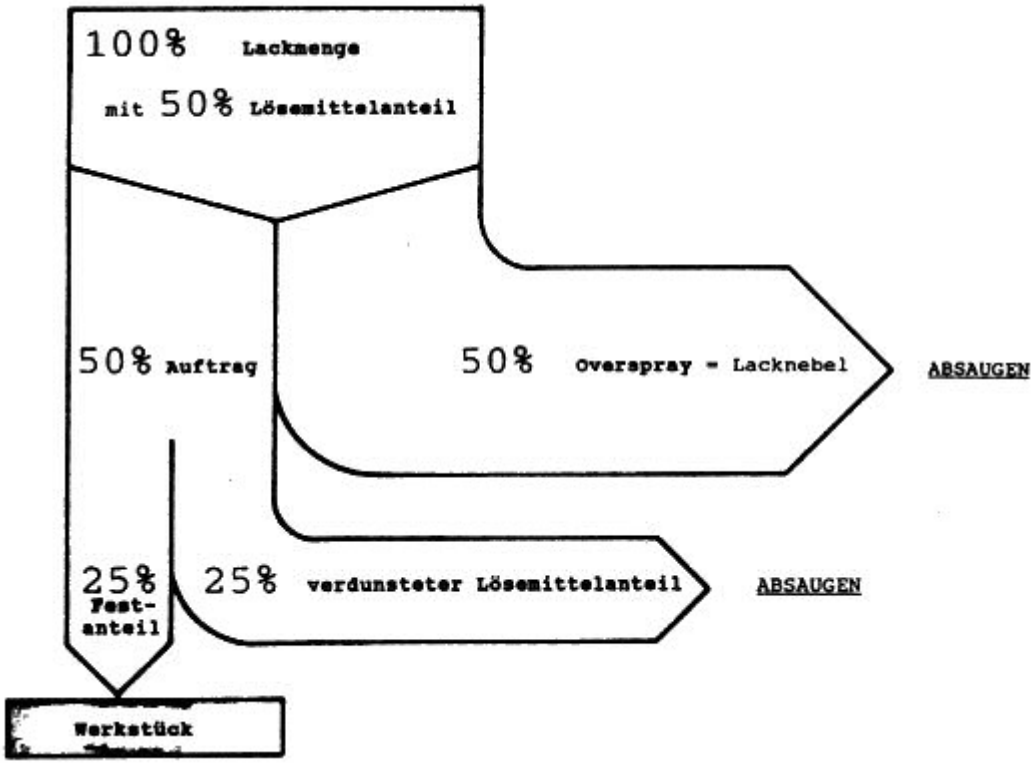
- leicht entzündlich
- entzündlich
- reizend

Daraus ergeben sich Vorgaben an die **bauliche Gestaltung** wie auch an die **Ausrüstung und Unterweisung der Mitarbeiter**. Dabei ist eine **wirksame Absaugung** vorzusehen, die gewährleistet, dass keine Gefährdung der Mitarbeiter durch hohe Gefahrstoffkonzentrationen entstehen. Auch bei kleineren Betrieben ist deshalb von einem Absaugvolumen von mindestens 3 000 m³/h auszugehen. Wer im hochwertigen Bereich tätig ist und auch Hochglanzverarbeitung ermöglichen möchte, benötigt ein Absaugvolumen von wenigstens 10 000 m³/h, um eine ausreichende Abreinigung der Luft sicherzustellen.

Schutz vor Emissionen

Die Oberflächenbeschichtung ist energieintensiv und belastet die Umwelt potenziell erheblich. Die folgende Grafik stellt dar, wie hoch die Verluste beim Auftragen sind:

Bild: Verluste beim Druckluftspritzen



Rund 75 % der verarbeiteten Mittel werden über die Absaugung erfasst und an die Umwelt abgegeben. Gerade Lösemittel sind besonders geruchsintensiv. Deshalb sollte die Abluftführung eine ausreichende Verdünnung sicherstellen. Der Ventilator muss deshalb im Abluftrohr **mindestens eine Luftgeschwindigkeit von 7 m/s** sicherstellen.

Die Höhe des Abluftkamins muss in Abstimmung mit dem Bauamt entsprechend der Nachbarschaftsbebauung festgelegt werden.

Eine direkte Filterung der Lösemittel aus der Abluft wird durch die herkömmlichen Filtereinheiten nicht ermöglicht. Bei ungünstigen baulichen Randbedingungen kann der Einbau eines Aktiv-Kohlefilters vorgesehen werden. Er erfasst die Lösemittel in der Abluft und muss regelmäßig entsorgt werden.

Um das Problem bei der Wurzel zu packen sollte, wo immer dies fertigungstechnisch möglich ist, auf **lösemittelarme Oberflächensysteme** zurückgegriffen werden.

Brandschutz

- In Spritzräumen darf maximal der Bedarf einer Arbeitsschicht an brennbaren Beschichtungsstoffen zwischengelagert werden.
- Gefäße und Behälter sind stets abgedeckt zu halten.
- Tauchbehälter nach Beendigung der Arbeit abdecken, um ein Verdunsten von Lösemitteln zu vermeiden.
- Funkenbildende Elektrogeräte sollten nicht in Spritzräumen aufbewahrt werden (z. B. Radio).
- Flucht- und Rettungswege freihalten!

Es ist notwendig, Nitrolacke und Öle in getrennten Lackiereinrichtungen zu verarbeiten. Die Rückstände der Nitrocellulose können sich leicht an der wärmebildenden Trocknung von Ölrückständen entzünden. Ölgetränkte Lappen deshalb immer in verschließbaren Behältern sammeln

und aus dem Verarbeitungsräumen entfernen! Auch beim Kontakt zwischen lösemittelhaltigen Reinigern und Beschichtungsstoffen ist eine **Selbstentzündung** möglich. Die Brandgefahr ist erheblich!

Spritzräume sollten mindestens mit **zwei großen Feuerlöschgeräten** und einer Feuerlöschdecke ausgestattet sein.

Arbeitsschutz

Die Verarbeitung von lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen belastet die Gesundheit erheblich. Deshalb sind hierfür besondere Vorsichtsmaßnahmen geboten:

1. Handschuhe und **Hautpflegemittel** sind vorzusehen, um die besondere Reizung der Haut zu verringern (Hautpflegeplan).
2. Ausreichende Verfügbarkeit von **Lappen** und Reinigungsmitteln
3. **Keine Lebensmittel** im Spritzraum!
4. Keine wiederverwerteten **Lebensmittelgläser** zur Aufbewahrung von Lackresten! Besser dafür geeignete Kunststoffbehälter beschriften.
5. Für einen ausreichenden **Atemschutz** sind Partikelfilter der Güte 2 zur Verfügung zu stellen. Ein Beispiel dazu kann auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub eingesehen werden.

Die Mitarbeiter sollten im Rahmen einer **Unterweisung** über die wesentlichen Vorsichtsmaßnahmen informiert werden.

Vorschlag für den betrieblichen Aushang (doc, 37 KB)

Für die Planung eines Oberflächenraums mit Lacklager empfiehlt es sich, auf die Beratungskompetenz des Fachverbandes zurückzugreifen.

Konzeptionen

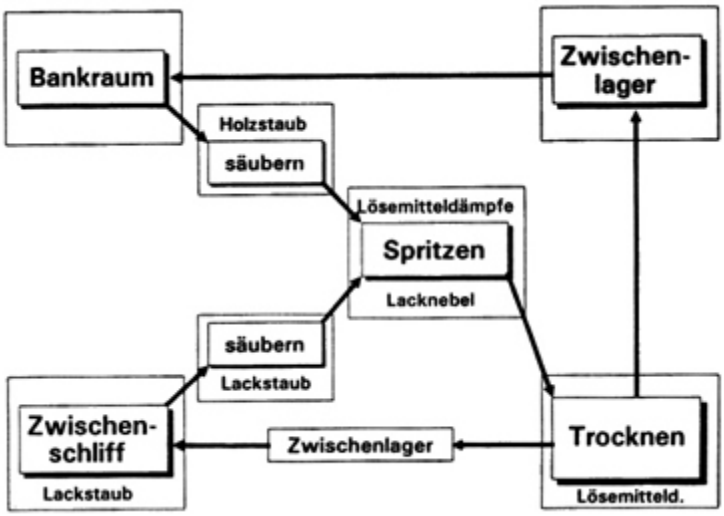
Arbeitsablauf

Für die **Planung des Spritzraums** und Trockenbereiches gilt es zunächst, sich über folgende Fragen klar zu werden:

1. Welche **typischen Teileformen** müssen gespritzt werden (vorwiegend Flachteile, Schränke oder Rahmenteile)?
2. Welche Arten von **Beschichtungsmaterialien** sollen verarbeitet werden?
3. Welche **Spritztechniken** werden eingesetzt (Airless, Druckluft...)?
4. Wie viel Beschichtungsmaterial wird ungefähr verarbeitet, wie intensiv wird **die Oberfläche genutzt**?
5. Kann die **Trocknung** in einem eigenen Raum erfolgen oder muss sie in den Spritzraum integriert werden?
6. Steht eine ausreichende **Heizleistung** für den Oberflächenbereich zur Verfügung (Raumtemperatur 20 °C)?

Die untenstehende Grafik verdeutlicht den **Arbeitsablauf beim Lackieren**. Die Raumplanung sollte möglichst diesem Ablauf angepasst werden.

Bild: Arbeitsfluss Lackieren



Der Oberflächenbereich muss mit ausreichend Druckluft versorgt werden. Bei der Verarbeitung von wasserlöslichen Systemen muss zudem ein Wasseranschluss vorhanden sein.

Das Abscheiden und Filtern der abgesaugten Lackpartikel kann durch folgende **Systeme** erfolgen:

- Trockenabscheidung
- Nassabscheidung
- Unterflurabsaugung

Aus **Energiespargründen** ist zu empfehlen, dass bei Ruhestellung der Spritzpistole der Ventilator in eine niedrigere Drehzahl fährt. Dies kann mit einer speziellen Pistolenhalterung gekoppelt werden. Bei reiner Trocknung - ohne dass ein Mitarbeiter im Raum arbeitet - kann man die Anlage auch auf **Umluftbetrieb** arbeiten lassen. Dadurch lässt sich einiges an Wärmeenergie einsparen.

Der Landesfachverband hat gemeinsam mit der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-IPA in Stuttgart im Jahr 2003 das Projekt "**Qualitätsgerechte und effektive Maßnahmen zur Luftreinhaltung in handwerklichen und industriellen Lackierereien"** durchgeführt.

Zusammenfassender Bericht über die **wichtigsten Ergebnisse (pdf, 65 KB)**

Trockenabscheidung

Bei der Trockenabscheidung werden die Lackpartikel in Filtermatten aufgefangen. Als Vorabscheider werden überwiegend Papierfilter oder Prallbleche verwendet.

Bild: Trockenabscheidung mit optimierter Luftführung

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Trockenabsaugungen sind vergleichsweise **preiswert**. Die Absaugform kann teilweise den Abmessungen der zu spritzenden Teile angepasst werden. Die **Absaugleistung** hängt aber stark von der Verschmutzung der Filter ab. Der **Abscheidegrad** von Lackpartikeln ist gegenüber einer Nassabsaugung etwas geringer und ungleichmäßiger. Trockenabsaugungen sind vor allen in Betrieben zu empfehlen, in denen die **Auslastung des Spritzraums sehr unregelmäßig** erfolgt.

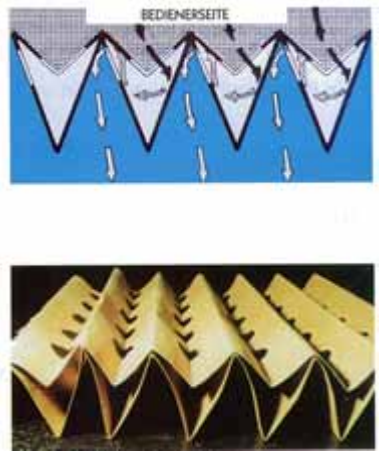
Da **Lackpartikel** deutlich **schwerer als Luft** sind und der Lack überwiegend in Richtung Boden aufgespritzt wird, erfolgt die Erfassung in Trockenabsaugwänden der dargestellten Form sehr ungleichmäßig. Im oberen Teil wird der Filter wenig belastet, während er im unteren sehr viel schneller durch Lackpartikel verschmutzt. Dies beeinflusst auch die **Verteilung der Absaugleistung** über die Absaugfläche hinweg.

Trichter für aufrechte Spritzwände tragen zur Wirbelvermeidung bei und verbessern die Erfassung (s. Bild). Die Luftwirbel führen zu Staubablagerungen auf der Oberfläche.

Der Reinigungsaufwand bei der Trockenabsaugung ist stark abhängig von deren Nutzung. Eine **schlecht gewartete Anlage** weist einen sehr viel höheren Luftwiderstand auf, so dass die **Absaugleistung deutlich verringert** wird. Für die Vorfilterung der Lackpartikel haben sich Faltkartonfilter bewährt. Bis zu 98 % der Lackpartikel werden davon bereits erfasst, ohne dass der Luftdurchlass wesentlich verringert wird. Gegenüber herkömmlichen Filtermaterialien bleiben dadurch die Luftverhältnisse bis zur endgültigen Sättigung des Filters annähernd konstant. Die Bauweise der

Faltkartonfilter zwingt den beladenen Luftstrom 4-mal seine Richtung zu wechseln. Die Partikel, die schwerer als Luft sind, haften dadurch an den Wänden an, während der Luftstrom ungehindert das Filtermaterial passieren kann. Die durch die Akkordeonbauweise gebildeten Filter füllen sich mit gereinigten Teilchenablagerungen, während die Luft weiter frei durch die Löcher zirkulieren kann.

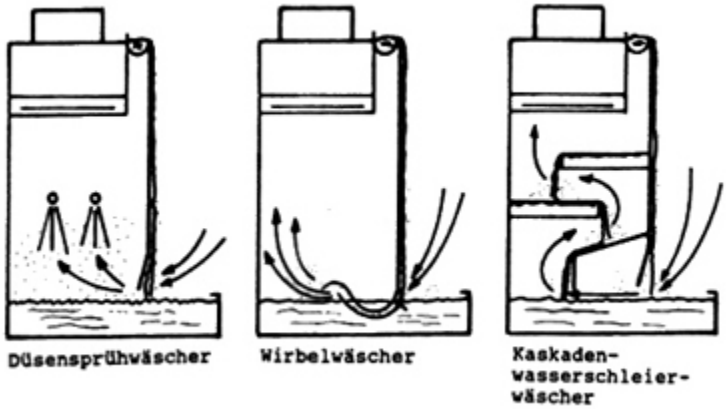
Bild: Perforierter Faltkartonfilter



Nassabscheidung

Bei der Nassabscheidung werden die Lackpartikel durch einen Wasservorhang erfasst. Dieser wird über Ablaufbleche oder Kaskaden erzeugt.

Bild: Nassabscheidung



Gegenüber der Trockenabsaugung ist die Nassabsaugung **deutlich teurer**. Sie ist vor allen in Betrieben sinnvoll, die eine recht gleichmäßige Auslastung ihres Spritzraums haben. Die Erfassung der Lackpartikel erfolgt zu einem **höheren Abscheidegrad** als bei der Trockenabsaugung und ist weniger abhängig von der Verschmutzung durch Lackpartikel.

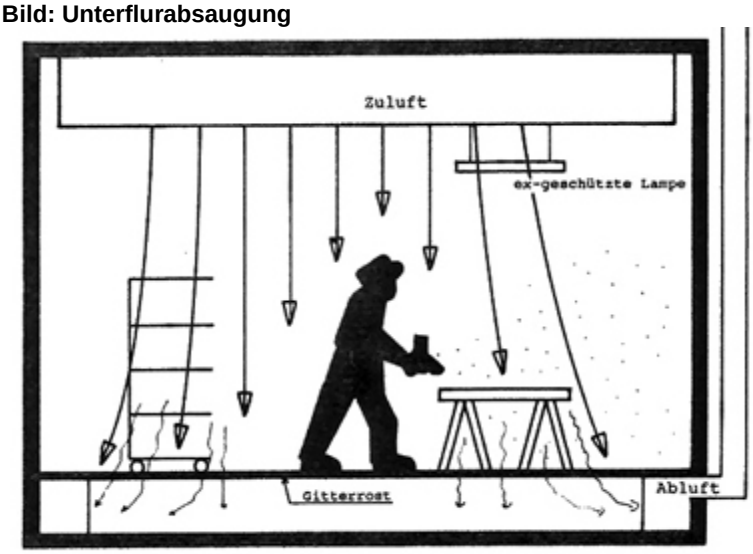
Allerdings müssen die Lackpartikel aus dem Waschwasser koaguliert werden. Durch die Zugabe eines Koagulierungsmittels flocken die Lackpartikel aus und können abgeschöpft oder automatisch durch eine Koagulierungsanlage herausgefiltert werden. Die Reinigung kann dadurch automatisch erfolgen. Das Gesamtsystem bleibt gleichmäßiger sauber.

Bei der Verarbeitung von wasserlöslichen Lacken muss eine Nassabsaugung aus Edelstahl bestehen, um ein Verrosten zu vermeiden. Dem Waschwasser müssen zudem biozide Mittel zugegeben werden, um ein Anfaulen organischer Partikel im Wasser zu vermeiden.

Unterflurabsaugung

Die Unterflurabsaugung ist eine besondere Bauform der Trockenabsaugung. Die Absaugung erfolgt nicht über eine senkrechte Wand, sondern über Lüftungskanale im Boden oder im Bodenbereich.

Bild: Unterflurabsaugung



Durch die Unterflurabsaugung können die **Lackpartikel besser erfasst** werden. Wenn die Filtermatten komplett im Bodenbereich untergebracht sind, gewinnt man **erheblich Platz** im Spritzraum. Vor allem großvolumige Teile lassen mit einer solchen Konzeption sehr gut spritzen. Unterflurabsaugungen können dann vorteilhaft zum Einsatz kommen, wenn sie bereits in der Bauplanungsphase berücksichtigt werden. Sie benötigen eine **Ausschachtung von ca. 0,8 m**, um die Abluftkanäle aufnehmen zu können.

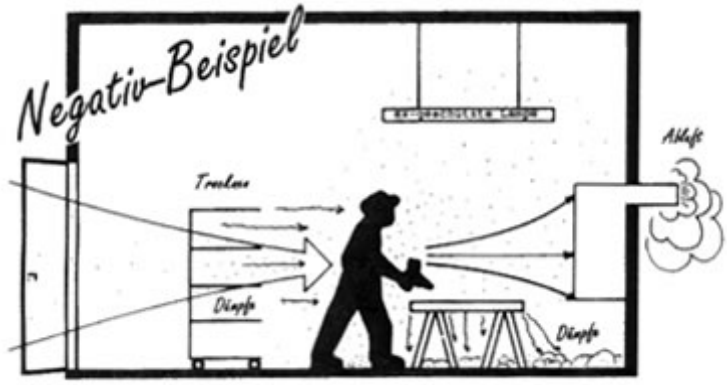
Die Lackpartikel verschmutzen allerdings recht schnell die Roste. Sie können dadurch verkleben und die Wirksamkeit der Absaugung deutlich verschlechtern.

Zuluft

Die Oberflächenabsaugung ist ein **großer Luftverbraucher**. Diese Luftmenge muss durch eine entsprechende Frischluftzufuhr ersetzt werden. Wenn dies nicht durch technische Zuluftanlagen erfolgt, können folgende Probleme entstehen:

- In kühleren Jahreszeiten wird eine Frischluftzufuhr **über die Fenster** zu einer erheblichen **Auskühlung** des Raumes mit entsprechenden Problemen beim Spritzauftrag und der Aushärtung des jeweiligen Beschichtungsstoffes.
- Wenn die Zuluft aus dem Werkstattbereich kommt, können **Staubpartikel aus der maschinellen Verarbeitung** auf die frisch beschichteten Oberflächen gelangen und zu Störungen führen.
- Häufig ist es nicht zu vermeiden, dass in kleinen Räumen auch die **Trocknung im Spritzraum** erfolgt. Wie die Grafik veranschaulicht, entsteht dabei oft die Situation, dass die abdunstenden Lösemittel durch die Luftströmung in den Arbeitsbereich des Mitarbeiters gelangen und seine Gesundheit zusätzlich belasten.

Bild: Negativ-Beispiel ungerichtete Zuluft



Auf eine technische Zuluft kann nur dann verzichtet werden, wenn bei kleineren Schreinereien vergleichsweise selten lackiert wird und dies zumeist nach Feierabend erfolgt. Dann können die Staubprobleme weitestgehend vermieden werden.

Überall dort wo **größere Anlagen**, vor allem Unterflurabsaugungen, betrieben werden, ist eine **Zuluftanlage erforderlich**. Sie führt zu **gerichteten Luftströmungen** und kann damit die Effektivität der Absaugung wie auch der Trocknung erheblich beeinflussen. Für die Planung von Zuluftanlagen sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

1. Die **Anordnung der Zu- und Ablufteinrichtungen** sollte möglichst symmetrisch und parallel erfolgen. Sie sollten etwa gleiche Abmessungen aufweisen (bei einer Unterflurabsaugung - Zuluft von oben, bei einer vertikalen Absaugwand - Zuluft von hinten).
2. Zu- und Abluftanlagen sollten genau eingestellt sein. Der **Überdruck im Spritzraum** darf höchsten 5 % betragen. Ansonsten strömen die Lackpartikel in den Werkstattbereich. Dies wird vor allen durch verschmutzte Filtermatten und Gitterroste verursacht.
3. Bei Zuluftanlagen ist auf die **Dichtheit der Spaltöffnungen** zwischen den Filterkassetten zu achten. Ebenso sollten Türspalte abgedichtet werden.
4. Wo keine eigene Zuluftanlage möglich ist, sollte man prüfen, ob man eine **passive Luftzufuhr aus der Werkstatt** einrichten kann. Diese muss eingangs- und ausgangsseitig mit Filtermaterial vor Staubeintrag geschützt werden. Die Zuluftfläche sollte optimal wenigstens 1 m² betragen.

Bild: Passive Zuluft aus der Werkstatt

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Es wird unbedingt empfohlen, nach Fertigstellung der Anlage genaue **Luftmessungen,** z. B. mit einem Hitzedrahtanemometer, durchführen zu lassen. Dadurch können eventuelle Strömungsfallen erkannt werden. Ein Raucherzeuger hilft zudem einfach zu erkennen, wie sich die Luftströmung tatsächlich im Raum verteilt. **Eine schlecht geplante Zuluftanlage schafft mehr Probleme, als sie löst!**

Zur Vermeidung von Zugerscheinungen darf die **Luftgeschwindigkeit** über die Fläche **max. 0,5 m/s** betragen. Sie sollte dabei eine Temperatur von 22 °C aufweisen, damit sie nicht als unangenehm empfunden wird.

Ein Großteil der benötigten Wärmeenergie zum Anwärmen der Zuluft kann über **Wärmetauscher** aus der Abluft erfolgen. Dadurch können rund **60 %** der erforderlichen Wärmeenergie **rückgewonnen** werden!

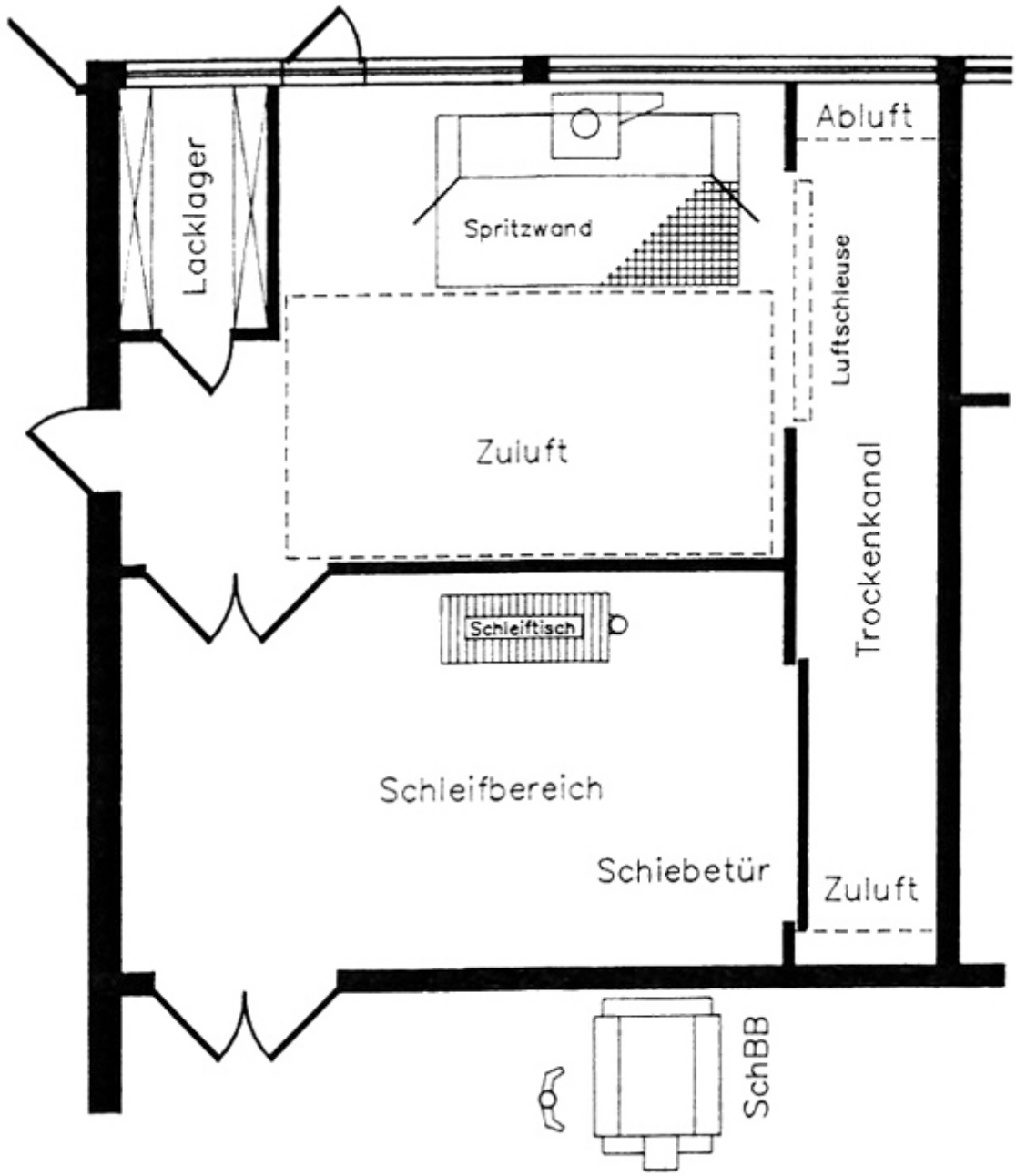
Trockenbereich

Bei der Planung des Oberflächenbereiches wird häufig das Trocknen der Teile vernachlässigt. Die zu trocknenden Teile benötigen nicht nur **viel Platz**, sondern geben während der Trocknungsphase auch erhebliche Mengen an **Lösemittel** an die Umgebung ab.

Wo es räumlich möglich ist, sollte deshalb ein **eigener Trockenbereich** oder Trockenkanal vorgesehen werden. Für die Luftführung gilt Vergleichbares wie für den Spritzraum. Es ist deshalb vorteilhaft, den Trockenbereich mindestens mit **20 °C zu klimatisieren** und mit einer **eigenen Absaugung** zu versehen, um zu verhindern, dass die abtrocknenden Lösemittel in der Werkstatt herumvagabundieren.

Die folgende Darstellung veranschaulicht eine stimmige Gesamtplanung zwischen Spritzen, Trocknen und Schleifen.

Bild: Gesamtplanung Spritzen, Trocknen, Schleifen



Spritzraum

Sollen **brennbare Beschichtungsstoffe** verarbeitet werden, so sind bei der baulichen Ausführung und Einrichtung des Spritzraums zum Verarbeiten von Oberflächenmaterialien brand- und sicherheitstechnische Anforderungen sowie Vorschriften zum Umwelt- und Gesundheitsschutz zu berücksichtigen. Brennbare Stoffe sind entsprechend der **Gefahrstoffverordnung** mit einem Flammensymbol gekennzeichnet.

Für die Einrichtung von Spritzräumen muss die **Baugenehmigung** eine entsprechende Nutzung vorsehen. Sofern ein Raum später für die Verarbeitung von Oberflächenmaterialien eingerichtet werden soll, ist dies als Nutzungsänderung nachträglich zu beantragen.

Für den Betrieb eines Spritzraums sind folgende baulichen **Sicherheitsvorkehrungen** vorzusehen:

- Die Räume müssen von angrenzenden Räumen **feuerbeständig abgetrennt** sein. Die Wände müssen bis zur Decke geführt werden.
- **Durchbrüche** durch Brandabschnitte müssen im Brandfall die Ausbreitung des Feuers in den angrenzenden Raum verhindern durch Feuerschutzabschlüsse (T 30) nach DIN 4102-5 und DIN 4102-18 oder Brandschutzklappen nach DIN 4102-6.
- Die **Rohrleitungen** und Kanäle müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen hergestellt werden.
- **Decken und Wände** müssen ebenfalls aus nichtbrennbaren Baustoffen sein.
- Auch **Fußböden** müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen wie Beton sein und zudem mit einem rutschhemmenden und leicht zu reinigen Belag versehen werden. Sie dürfen keine Fugen oder sonstige Vertiefungen haben, in denen sich Reste von Beschichtungsstoffen ansammeln können.
- Grundsätzlich sind in Lackierräumen und feuergefährdeten Betriebsstätten **mindestens zwei, möglichst an entgegen gesetzten Wänden liegende Ausgänge** erforderlich. Bei kleinen ebenerdigen Räumen kann ein Fenster als Notausgang vorgesehen werden. Das Fenster muss stets zugänglich sein und nach außen aufschlagen.
- **Türen** als Zugang zu Spritzräumen müssen selbstschließend sein und nach außen aufschlagen. Sie sind **feuerhemmend** auszuführen und müssen ständig geschlossen oder im geöffneten Zustand so gehalten werden, dass ein selbsttätiges Schließen im Brandfall gewährleistet ist.
- Der Raum muss **wirksam abgesaugt** werden, damit die **maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK)** für Lösemittel und andere Gefahrstoffe sicher unterschritten werden.
- **Heizeinrichtungen** müssen so angebracht sein, dass sich auf ihnen Ablagerungen von Beschichtungsstoffen nicht bilden können. Darüber hinaus dürfen auf ihnen Gegenstände nicht abgestellt werden können.
- Spritzräume sind mit folgenden **Warnhinweisen** zu kennzeichnen:

Bild: Warnhinweise Spritzraum

Erleichterte Bedingungen gelten, wenn in Arbeitsräumen mit einer Grundfläche von mehr als 10 m²:

- weniger als 20 ml Beschichtungsstoffe je m³ Rauminhalt in der Stunde und
- weniger als 5 l je Arbeitsschicht und Raum verarbeitet werden.

Nach der Unfallverhütungsvorschrift BGV D25 "Verarbeitung von Beschichtungsstoffen" werden dann nur Anforderungen an den Explosionsschutz elektrischer Spritz- und elektrostatischer Sprüheinrichtungen gestellt. Eine feuerbeständige Abtrennung ist nicht erforderlich. Grundsätzlich müssen aber allgemeine Vorsichtsmaßnahmen gegen Brände und Explosionen eingehalten werden, d. h. es müssen ausreichend Feuerlöscher zur Verfügung stehen und das Einbringen von Zündquellen (Rauchen) ist in diesem Bereich verboten.

Explosionsschutzzonen

Für die Beurteilung des Explosionsschutzes im Rahmen der **Betriebssicherheitsverordnung** muss der Oberflächenbereich nach verschiedenen Zonen eingeteilt werden.

Zone 0	Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel **ständig oder langzeitig** vorhanden ist.
Zone 1	Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel gelegentlich auftritt.
Zone 2	Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel nur selten und dann auch nur **kurzzeitig** auftritt.

1. Verarbeitung von leicht entzündlichen Beschichtungsstoffen (**Flammpunkt** kleiner 21 °C)

- Der gesamte Raum ist feuergefährdet.
- Der Bereich 2,5 m um den Arbeitsplatz ist als Zone 1 einzustufen. Es ist also gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden.

2. Verarbeitung von entzündlichen Beschichtungsstoffen (Flammpunkt zwischen 21 und 55 °C)

- Der gesamte Raum ist feuergefährdet.
- Der 1,0 m um den Arbeitsplatz ist als Zone 2 einzustufen. Es ist also selten und kurzzeitig mit einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen.

Die **Anforderungen an die elektrischen Betriebsmittel** in Abhängigkeit von der Explosionsschutz-Zone bzw. der Feuergefährdung können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle: Anforderungen an elektrische Betriebsmittel in Abhängigkeit von der Explosionsschutz-Zone

Elektrische(s) Betriebsmittel/ Einrichtung	Feuergefährdete Räume/Bereiche (DIN VDE 0100 Teil 482)	Explosionsgefährdeter Bereich – Zone 1 DIN EN 50014ff. und DIN EN 60079-14 (VDE 0165 Teil 1)	Explosionsgefährdeter Bereich – Zone 2 DIN EN 50021 und DIN EN 60079-14 (VDE 0165 Teil 1)
Elektromotoren	Schutzart IP 44 Klemmkästen IP 54	Ex-Schutz **und** Schutzart IP 44 Klemmkästen IP 54	Mindestens Zündschutzart „n" **und** Schutzart IP 44, Klemmkästen IP 54
leuchten	Schutzart IP 54	Ex-Schutz **und** Schutzart IP 54	Mindestens Zündschutzart „n" **und** Schutzart IP 54
sonstige elektrische Betriebsmittel, z.B. Schalter, Steckvorrichtungen	Schutzart IP 54	Ex-Schutz **und** Schutzart IP 54	Mindestens Zündschutzart „n" **und** Schutzart IP 54

Quelle: Holz-BG, BGI "Lackierräume und Einrichtungen" S. 13

Diese Vorgaben gelten auch für den Fall, dass aufgrund der geringen Verarbeitungsmenge kein eigener Spritzraum baulich eingerichtet werden muss (s.o.: erleichterte Bedingungen).

Die Verarbeitung von lösemittelhaltigen Lacken ist mit erheblichen brandschutz- und sicherheitstechnischen Auflagen verbunden. Sofern man sich auf nichtentzündliche Oberflächenmaterialien beschränken kann (z.B. Wasserlacke) entfallen diese erheblichen baulichen Aufwendungen.

Wartung

Anlagen im Oberflächenbereich müssen regelmäßig gereinigt und gewartet werden. Die Lackpartikel aus dem Overspray setzten sich überall ab und verschmutzen die Flächen. Zur **Vorbeugung** und leichteren Reinigung werden empfohlen:

- Auftrag von Schmierseife oder **Abziehlack** auf Metallflächen (z.B. Prallwände). Dies erleichtert deren nachträgliche Reinigung. Abziehlack kann beim Lieferanten der Absauganlage angefragt werden.
- Anbringen von **Papierabdeckungen** über die Gitterroste bzw. Absaugflächen. Dies ist insbesondere bei der Verarbeitung von Ölen zu empfehlen, die im Spritzverfahren aufgetragen werden. Die verschmutzten Papierlagen müssen täglich entfernt werden.

Das Filtermaterial ist spätestens dann zu entfernen, wenn pro m² Filterfläche 4 - 5 kg Lackfestkörper abgeschieden worden sind. Herstellerseits ist es möglich, eine einfache **Unterdrucküberwachung** in die Absauganlage zu integrieren, die den zusätzlichen Widerstand durch die verschmutzen Filtermatten misst und dem Betreiber einen guten Anhaltspunkt für den Zeitpunkt der Abreinigung oder das Wechseln der Filtermatten gibt.

Die **Wartung im Spritzraum** sollte folgende Punkte umfassen:

1. **Aufsaugen der Lackpartikel** mit einem zündquellenfreien Staubsauger
2. **Reinigen der Gitterroste oder Filtermatten** bei erheblichem Absinken der Absaugleistung
3. **Verschließen** aller eventuell vorhandenen **offenen Gebinde** mit Restlacken oder -lösemitteln
4. Kontrolle des **Vorrats an kleinen Kunststoffbehältern** zur Aufbewahrung von angemischten Beizen oder Farblacken
5. Überprüfen der **Dichtheit der Spaltöffnungen** zwischen den Filterkassetten der Zuluftdecke
6. Kontrolle der **Dichtheit der Türen**
7. Reinigen der **Lampen**
8. Entfernen der **nicht mehr benötigten Lackgebinde** in das Lacklager
9. Kontrolle und Aufräumen der **Pistolenutensilien und Spritzdüsen**
10. Ausreichende Bevorratung von **Putzlappen** und anderen Reinigungsutensilien
11. Aufräumen des **Lacklagers**
12. Bereitstellen von **Lackresten**, die entsorgt werden können
13. Sicherstellen, dass benutzte **Putzlappen in verschließbare Behälter** gesammelt und täglich aus dem Verarbeitungsräumen entfernt werden

Bild: Abfallbehälter für Putzlappen mit Fußhebel

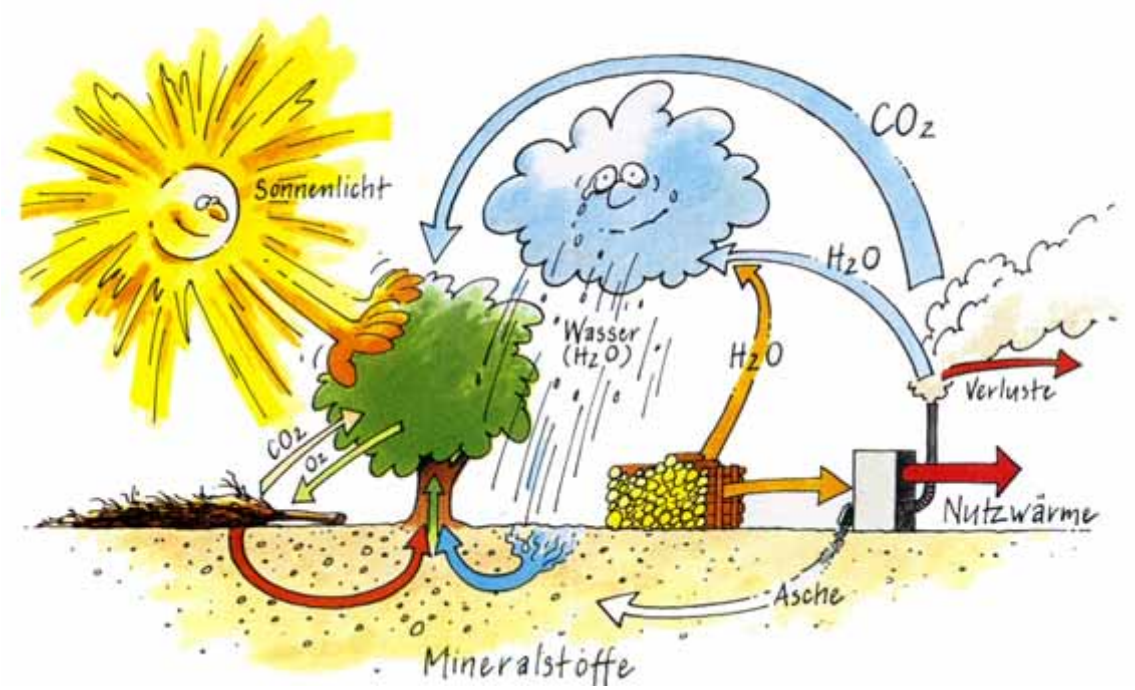
Quelle: Holz-BG, BGI 740 "Lackierräume und Einrichtungen" S. 27

Holzfeuerung

Holz ist der nachhaltigste Werkstoff - besonders im Hinblick auf seine energetische Nutzung. Von einer **nachhaltigen Nutzung** kann so lange gesprochen werden, wie nicht mehr verbraucht wird, als im gleichen Zeitraum neu entsteht.

Der wesentliche Vorteil der Holzverbrennung gegenüber allen anderen fossilen Brennstoffen liegt in seiner **Klimaneutralität**. Zwar wird ebenso wie bei der Verbrennung von Öl, Gas oder Kohle Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben. Durch das Baumwachstum wird dieses aber im Rahmen eines klimaneutralen Kreislaufs wieder gebunden.

Bild: Kohlendioxid-Kreislauf



Emissionen von Holzfeuerungen

Neben Kohlendioxid entstehen bei der Verbrennung von Holz und anderen Energieträgern weitere Umwelt wie Gesundheit belastende Schadstoffe. Der folgende Vergleich zeigt die **Schadstoffemissionen der unterschiedlichen Brennstoffe** bezogen auf die Erzeugung der gleichen Energiemenge:

Tabelle: Vergleich der Emissionen verschiedener Brennstoffe

Emissionsfaktoren verschiedener Feuerungen

Schadstoff / Feuerung	Schwefeldioxid SO_2 mg/MJ	Stickoxide NO_x mg/MJ	Kohlenwasserstoffe HC mg/MJ	Partikel Staub mg/MJ	Kohlenmonoxid CO mg/MJ	Kohlendioxid CO_2 mg/MJ
Öl, EL	86	30-70	1-13	0.5	17-60	75'000
Öl M+S	430	125	10	21	7	
Gas	1	20-54	1-13	0.2	50	60'000
Kohle	570	65-200	18-130	35-270	100-5000	100'000
Moderne Holzf.						
- handbesch.	5	78-130	26	26	780	0 *)
- autom.	5	78-130	5	26-78	260	0 *)

Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 54

Der Vergleich lässt folgende Rückschlüsse zu:

1. Holz ist ähnlich wie Gas praktisch ohne Schwefel, so dass **Schwefeldioxide** im Gegensatz zur Verbrennung von Öl und Kohle keine Rolle spielen.
2. Bei den **Stickoxiden** verhält sich die Holzfeuerung ähnlich wie bei der Kohleverbrennung und ist tendenziell etwas schlechter als bei Öl und Gas. Die Emission von Stickoxiden ist abhängig vom Brennstoff und von den Verbrennungsbedingungen im Kessel.
3. In Bezug auf **Kohlenwasserstoff** und Teer verhält sich die Holzfeuerung ähnlich wie die mit Öl und Gas: Es entstehen deutlich höhere Emissionen. Allerdings ist die Bildung von Kohlenwasserstoffen stark von der Regelungstechnik abhängig, mit der die Verbrennung gesteuert wird.
4. Die Holzfeuerung tendiert zu höheren **Staubemissionen** als Öl oder Gas und verhält sich ähnlich wie Kohlefeuerungen.
5. Da die Verbrennungsbedingungen für Holz deutlich schwieriger zu steuern sind als bei anderen Brennstoffen, entstehen tendenziell höhere Emissionen an **Kohlenmonoxid**.

Insgesamt kann gesagt werden, dass Holzfeuerungen mit einer modernen Regelungstechnik den Vergleich mit Öl- oder Gasfeuerungen nicht zu scheuen brauchen und insbesondere hinsichtlich Schwefeloxid und Kohlendioxid Pluspunkte aufweisen.

Verbrennungsablauf

Die Verbrennung von Holz ist ungleich komplexer als die anderer fossiler Brennstoffe, da der **Heizwert** des Holzes **deutlich stärker schwankt**. Ursache dafür sind Unterschiede in

- Holzfeuchte
- Stückgrößen (Stückholz, Späne, Staub...)
- Dichte (Laubholz, Nadelholz, Äste, Briketts...)
- Zusatzstoffe (Leime, Lackstoffe, Kunststoffbestandteile...)

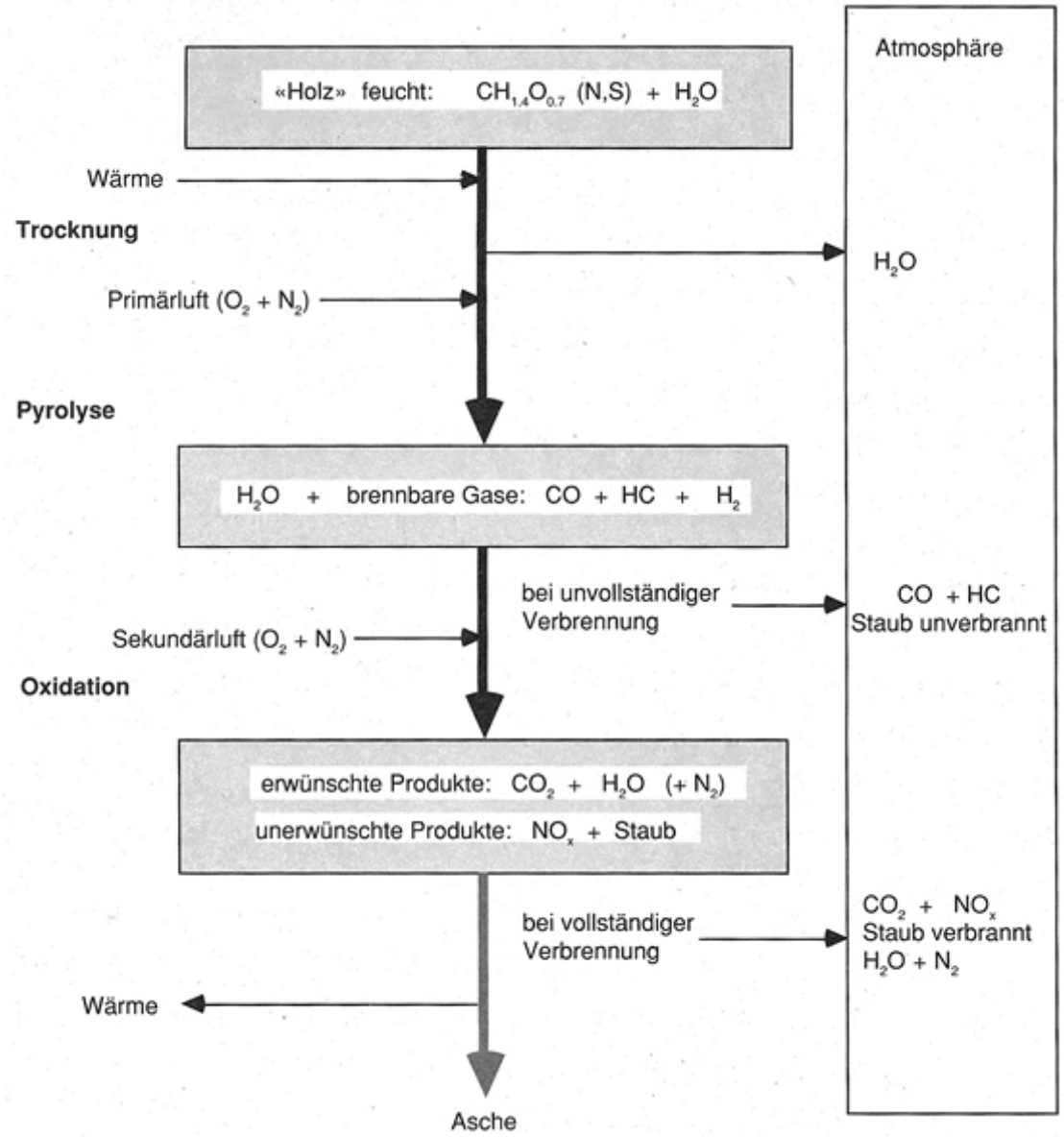
Holz ist somit ein recht ungleichmäßiger (inhomogener) Brennstoff. Je gleichmäßiger seine Brennstoffqualitäten gehalten werden können (z.B. durch Brikettierung), desto optimaler kann die Verbrennung erfolgen.

Die Verbrennung des Holzes erfolgt in drei **Stufen**:

1. **Trocknung**
   Verdampfung des Wassers im Holz im Temperaturbereich bis 150 °C
2. **Vergasung** (Pyrolyse)
   Thermische Zersetzung des Holzes in gasförmige Verbindungen. Als Rückstand der Entgasung entsteht Holzkohle, Temperaturbereich 150 - 600 °C
3. **Verbrennung** (Oxidation)
   Reaktion der bei der Pyrolyse entstandenen brennbaren Gase und der Holzkohle mit Sauerstoff aus der Verbrennungsluft und dem Holz. Die Oxidation im Temperaturbereich von 400 - 1 000 °C ist der eigentliche Verbrennungsschritt, bei dem Wärme frei wird.

Die folgende Abbildung verdeutlicht den Verbrennungsablauf und die dabei entstehenden Zwischenprodukte:

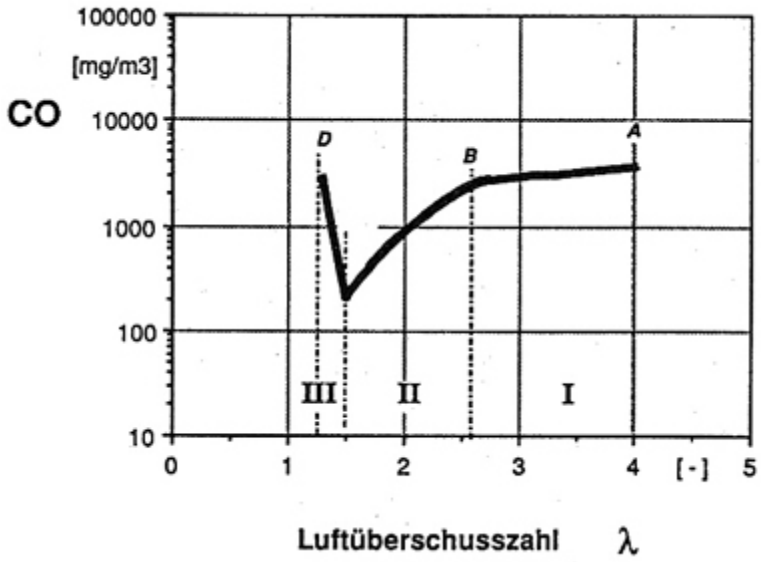
Bild: Ablaufbeschreibung der Verbrennung von Holz



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 29
CO, **CO2**, **NOx**, **HC**

Für eine optimale Verbrennung ist es wesentlich, dem Holz bei der richtigen Temperatur die optimale Luftmenge zuzuführen. Die **Luftmenge** wird mit dem Wert **Lambda (λ)** beschrieben. Er kennzeichnet das Verhältnis der eingebrachten Verbrennungsluft zu der für eine vollständige Verbrennung chemisch notwendigen Mindestmenge. Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem Lambda-Wert und den dabei entstehenden Kohlendioxid-Emissionen:

Grafik: Zusammenhang zwischen der Verbrennungsluft und den Kohlenmonoxid-Emissionen



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 32

Bei einem **Luftüberschuss von ca. 1,5** wird eine annähernd vollständige Verbrennung erreicht. Liegt der Wert darunter verschwelt das Holz und Rußpartikel werden deutlicher im Rauch sichtbar. Bei zuviel Luft kühlt die Verbrennungstemperatur zu stark ab.

Der **Messwert von Kohlenmonoxid** ist ein wichtiger **Indikator für die Vollständigkeit der Verbrennung** und für die Emissionen sonstiger Schadstoffe.

Anforderungen an Holzfeuerungen

Technologisch und konstruktiv können deshalb folgende Anforderungen an eine qualitativ hochwertige Holzfeuerung abgeleitet werden:

- Holz braucht einen **großen Brennraum**, da es mit großer Flamme verbrennt.
- Die **Verbrennungsluft** muss getrennt zugeführt werden: zum einen im Bereich der Glut als Primärluft, zum anderen oberhalb im Bereich der Verbrennungsgase als Sekundärluft. Regelungstechnisch muss ein optimaler Luftüberschuss von ca. 1,5 sichergestellt werden.
- Der Brennraum muss **gut isoliert** sein und darf durch wasserführende Flächen nicht zu stark abgekühlt werden.
- Die **Verweildauer der Brenngase** im Brennraum sollte rund 2 Sekunden betragen. Dazu bedarf es besonderer Einrichtungen, welche die Verbrennungsgase gut mit der zugeführten Verbrennungsluft mischen und möglichst lange im Brennraum verwirbeln.
- Auch mit guter Regelungstechnik ist die Holzfeuerung immer eine trägere Feuerung als Öl- oder Gasbrenner. Sie ist dann besonders emissionsarm, wenn sie **über lange Phasen gleichmäßig** betrieben werden kann.
- Je **gleichförmiger der Brennstoff** der Feuerung zugeführt werden kann, desto besser können die Verbrennungsbedingungen geregelt werden. Der Wechsel von Staub, Spänen und Stückholz führt zu starken Schwankungen der Brennstoffeigenschaften.
- Je **trockener das Holz**, desto größer ist die nutzbare Wärmemenge. Hölzer mit Holzfeuchten über 15 % sollten nicht in normalen Holzfeuerungen verbrannt werden. Sie benötigen eine zu lange Zeit für die Trocknungsphase und stören den Verbrennungsablauf erheblich.
- Große **Wärmetauscherflächen** verbessern die Wärmeausbeute.

- Weitere **Störstoffe** wie Metalle, Kunststoffe oder Papier verschlechtern die Verbrennung erheblich und erhöhen die Schadstoffemissionen deutlich.

Für die Planung einer Holzfeuerungsanlage sollte man den Rat des Fachverbandes hinzuziehen.

Planung

Die Entscheidung über die Einführung einer Holzfeuerung sollte in fünf Schritten erfolgen:

- Ermittlung des Wärmebedarfs
- Bewertung der verfügbaren Holzreste zur Verwertung
- Bestimmung der erforderlichen Kesselgröße
- Einholen von Angeboten
- Bewerten und Vergleichen

Ermittlung des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf einer Schreinerei wird von betriebsspezifischen Faktoren bestimmt:

- klimatische **Außentemperaturen**
- nutzungsabhängige **Raumtemperaturen**
- Wärmeverluste durch **Außenwände**, Fenster, Türen und Tore
- **Lüftungswärmeverluste** durch
  - Späneabsaugung
  - Lacknebelabsaugung
  - natürlichen Luftaustausch

Eine überschlägige Berechnung mit allgemeinen Kennzahlen ist in der Praxis zu ungenau. Wer bisher mit Öl oder Gas geheizt hat, kann aus deren Jahresverbrauch Rückschlüsse auf seinen Wärmebedarf ziehen. Sofern vergleichbare Randbedingungen vorliegen, kann der Verbrauch durch geeignete Referenzanlagen abgeschätzt werden. Für eine exakte Planung empfiehlt es sich aber, die Ermittlung des Jahreswärmebedarfs von einem erfahrenen Ingenieurbüro ausführen zu lassen.

Bewerten der vorhandenen Holzreste zur Verwertung

Im energetischen Vergleich entspricht 1 kg Holz rund 4 kWh Energie oder 4 Litern Heizöl. Der **Heizwert** von Spänen, Stückholz oder Hackschnitzeln lässt sich wie folgt abschätzen:

Tabelle: Energiegehalt in Holzfraktionen

Holzfraktion	Raumgewicht	Energiegehalt	entspricht Liter Heizöl
1 m³ Späne	100 - 130 kg	400 - 500 kWh	40 - 50 Liter
1 m³ Hackschnitzel	150 - 200 kg	600 - 800 kWh	60 - 80 Liter
1 m³ Stückholz (Weichholz)	250 - 350 kg	1 000 - 1 400 kWh	100 - 140 Liter
1 m³ Stückholz (Hartholz)	300 - 450 kg	1 200 - 1 800 kWh	120 - 180 Liter
1 m³ Briketts	500 - 600 kg	2 000 - 2 400 kWh	200 - 240 Liter

Die konkret verfügbare Menge an unterschiedlichen Restholzfraktionen schwankt naturgemäß erheblich mit der Auslastung und der Art der abgearbeiteten Aufträge. Es empfiehlt sich von daher, die

anfallenden **Restholzmengen aus der Vergangenheit abzuschätzen** und anhand der **eingekauften Materialmengen und deren Verschnittsätzen** eine Gegenrechnung aufzumachen. So kann die verfügbare Energiemenge in Form anfallender Holzreste realistisch eingeordnet werden.

Soll der Wärmebedarf eines Betriebs effizient mit einer Holzfeuerungsanlage gedeckt werden, so sollte dies **mindestens zu 80 %** mit den im Betrieb selbst anfallenden Holzresten möglich sein. Der weitere Bedarf kann dann entweder durch überschüssige Späne von Fremdbetrieben oder durch die parallele Nutzung einer vorhandenen Ölfeuerung abgedeckt werden.

Bestimmung der Kesselgröße

Unabhängig vom verwendeten Brennstoff gilt es für die Ermittlung der erforderlichen Kesselgröße folgende Aspekte zu berücksichtigen:

1. Der Kessel wird in seiner Leistung darauf ausgelegt, dass er auch bei niedrigsten **Außentemperaturen** eine ausreichende Raumtemperatur sicherstellen kann. Die maßgeblichen Außentemperaturen werden über lange Zeiträume aus den meteorologischen Daten gemittelt. Die neue Norm DIN EN 12 831 macht hierzu Vorgaben, mit welcher Außentemperatur jeweils zu rechnen ist. Diese schwankt je nach betrieblichem Standort zwischen -10 und -18 °C.
2. Für die Ermittlung der Wärmeverluste über die Außenwände sind vor allem die **Dachflächen** relevant. Ihre Dämmung hat einen erheblichen Einfluss auf den gesamten Leistungsbedarf.
3. Die Werkstattnutzung beeinflusst die erforderliche **Raumtemperatur**.
4. Die Lüftungswärmeverluste hängen von folgenden Faktoren ab:
   - Wie häufig wird die **Lacknebelabsaugung** genutzt?
   - Wird die Luft der **Späneabsaugung** nach der Filtereinheit wieder in dem Betrieb zurückgeführt?
   - In welchem Umfang müssen Türen und Tore über längere Zeiten offen gehalten werden?

Es empfiehlt sich, die genaue Ermittlung von Leistungsbedarf und Kesselgröße durch ein erfahrenes Ingenieurbüro vornehmen zu lassen. Moderne Regelungen ermöglichen zwar die Steuerung der Holzkessel in einem weiten Leistungsumfang. Dennoch gilt grundsätzlich, dass **Holzfeuerungen möglichst knapp ausgelegt** werden sollten, um ihre Auslastung so hoch wie möglich zu halten. Selbst bei knapper Auslegung liegt der Wert hier im Durchschnitt nur bei 50 %.

Einholen von Angeboten

Um vergleichbare Angebote einholen zu können, sind den Herstellern folgende Rahmenbedingungen zu nennen:

1. erforderliche **Nennwärmeleistung** des Kessels
2. Angaben zum **Heizraum** und dessen Zugänglichkeit
3. **Schornsteinnutzung**
4. **Brennstoffzuführung**
5. **Art des Brennstoffs**
6. Art der **Wärmeverteilung**
7. evtl. Berücksichtigung einer parallel genutzten Ölfeuerung

Darauf aufbauend kann der Hersteller eine Anlagenkonzeption entwickeln und ein entsprechendes Angebot erstellen. Für einen ausgewogenen wirtschaftlichen Vergleich sollte man sich parallel auch Angebote für die Wärmeerzeugung durch einen Öl- oder Gaskessel einholen.

Bewerten und Vergleichen

An dieser Stelle können nur allgemeine Hinweise gegeben werden, welche Dinge neben den unmittelbaren Investitionskosten im Hinblick auf eine optimale Entscheidung über die Wärmeerzeugung mit berücksichtigt werden sollten:

- Welcher Zeitaufwand ist für das **Handling der Holzreste** anzusetzen? Dieser ist abhängig davon, ob und wie die Holzreste zerkleinert und wie sie gelagert werden müssen.
- Wie hoch ist der **Entsorgungsaufwand** für die Holzreste zu bewerten, wenn diese nicht intern genutzt werden können? Dabei sind neben den reinen Abfuhrkosten auch die Behältermieten zu berücksichtigen.
- Wie hoch ist der Aufwand für **Reinigung und Wartung** anzusetzen?
- Wie viel **Öl oder Gas** kann durch die Holzfeuerung eingespart werden? Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Preise für fossile Energieträger aller Wahrscheinlichkeit nach nicht sinken werden.
- Wie hoch sind die **Finanzierungskosten** für die Vorfinanzierung des Ölvorrats?
- Können für die Anschaffung einer Holzfeuerungsanlage zusätzliche **Fördermittel** genutzt werden?

Insgesamt kann gesagt werden, dass der Betrieb einer Holzfeuerung relativ unabhängig von externen Entsorgern ist und zudem die nur schwer kalkulierbare Preisentwicklung für Öl und Gas umgeht.

In jedem Fall ist es zu empfehlen, sich bei einer solchen Entscheidung durch **kompetente Ansprechpartner** aus den Handwerkskammern oder des Verbandes unterstützen zu lassen.

Heizraum

Während kleinere Anlagen offen im Werkstattbereich untergebracht werden können, ist es für Feuerungsanlagen ab einer **Nennwärmeleistung** von mehr als 50 kW erforderlich, einen eigenen Heizraum vorzusehen. Dies ist vor allem bei Warmluftöfen von Vorteil. Anforderungen an einen Heizraum sind:

1. Die **Wände und Decken** müssen **feuerbeständig** von den anderen Betriebsräumen abgetrennt sein.
2. Die **Tür** zum Heizraum muss **feuerhemmend** auslegt sein und in Fluchtrichtung nach außen aufschlagen.
3. Die **Höhe des Heizraums** muss wenigstens 2 m betragen.
4. Für automatisch beschickte Anlagen ist es erforderlich, außerhalb des Heizraums einen Notschalter vorzusehen, der mit **NOTSCHALTER-FEUERUNG** gekennzeichnet ist und die Anlage jederzeit abschalten kann.
5. Maximal dürfen in einem Heizraum **3 m³ an Brennstoffen gelagert** werden.
6. Mindestens **1 großer Feuerlöscher** sollte außerhalb des Heizraums im Türbereich verfügbar sein.
7. Um eine ausreichende Zufuhr der Verbrennungsluft sicherzustellen, sind **Lüftungsquerschnitte** nach draußen vorzusehen in Abhängigkeit von der Kesselgröße.

Tabelle: Lüftungsquerschnitte im Heizraum in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung

Nennwärmeleistung	50 kW	75 kW	100 kW	125 kW	150 kW	175 kW	200 kW	250 kW	300 kW
Lüftungsquerschnitt	150 cm²	200 cm²	250 cm²	300 cm²	350 cm²	400 cm²	450 cm²	550 cm²	650 cm²

Quelle: Vergleiche § 3 Abs. 4 Musterfeuerungsverordnung

Schornstein

Der Schornstein hat die Aufgabe, die Verbrennungsgase bei allen bestimmungsgemäßen Betriebszuständen sicher nach draußen abzuleiten. Mehrere Feuerungsanlagen (z. B. Holz- und Ölfeuerung) dürfen an einen gemeinsamen Schornstein angeschlossen werden, wenn durch dessen Bemessung eine einwandfreie Ableitung der Abgase sichergestellt ist.

Der Hersteller der Feuerungsanlage gibt vor, welcher **Zug im Schornstein** sichergestellt sein muss, um die Verbrennungsgase ausreichend zu erfassen. Bei Betriebstemperatur der Feuerung sollte wenigstens ein Naturzug von 0,3 mbar gewährleistet sein. Daraus ergeben sich Querschnitt und

Mindesthöhe des jeweiligen Schornsteins. Viele moderne Holzfeuerungen setzten einen **Saugzugventilator** ein, um unabhängig vom Naturzug eine gleich bleibende Absaugung der Gase zu ermöglichen.

Der Schornstein sollte **gut wärmegedämmt** sein, um Kondenswasserbildung und Rußansatz zu vermeiden. Die Bildung von Kondensat wird stark von der Feuchtigkeit des verbrannten Holzes beeinflusst.

Der **Höhe des Schornsteins** ergibt sich aus den Anforderungen des Zugs und den konkreten Nachbarschaftsbedingungen. Entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3815 sollte der Schornstein wenigstens 1 m über den First hinausragen und so eine mögliche Belästigung im direkten Umfeld vermeiden.

Die **konkreten Anschlussbedingungen** an den Schornstein und dessen Dimensionierung sind unbedingt bereits im Vorfeld mit dem **Schornsteinfegermeister** abzustimmen. Bei der Ausführung des Heizraums sind außerdem Vorgaben der Landesbauordnung und der Feuerungsverordnung zu beachten. Der zuständige Schornsteinfegermeister informiert den Betreiber über die geltenden Anforderungen und gibt Hinweise, wie diese im konkreten Einzelfall umgesetzt werden können.

Beschickungsarten

Die Qualität der Späneaustragung hat einen wichtigen Einfluss auf die Verbrennung. Es sind folgende **Anforderungen** zu erfüllen:

1. störungsfreier, vollautomatischer Betrieb auch über mehrere Tage
2. möglichst gleichmäßige Austragsmengen
3. staubfreies Arbeiten
4. Zugänglichkeit aller Verschleißteile ohne Ausräumen des Lagergutes

Die Beschickung von Holzfeuerungsanlagen kann manuell oder automatisch erfolgen. Die manuelle Beschickung ist zweifellos die Variante mit den geringsten Investitionskosten. Der zeitliche Aufwand ist allerdings beachtlich und kann im Winter durchaus eine Stunde pro Tag ausmachen.

Zudem ist sie auch nicht ganz ungefährlich. Beim Beschicken von zu feinem Material kommt es leicht zu Verpuffungen und angesengten Augenbrauen. Die Staubbelastung der Mitarbeiter ist ebenfalls erheblich.

Bild: manuelle Beschickung

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

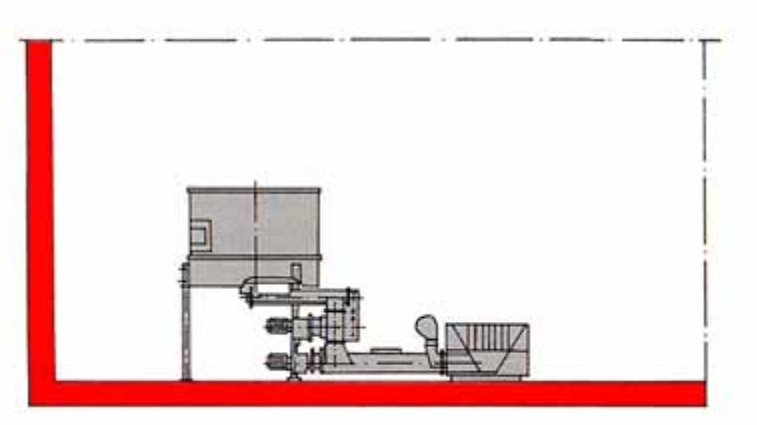
Bei der automatischen Beschickung lassen sich folgende **Typen** unterscheiden:

- Vorratsbehälter
- Pneumatischer Transport
- Gelenkarmaustragung
- Spänefräse
- Pendelfräse
- Schubbodenaustragung

Vorratsbehälter

Der Vorratsspeicher ist ein Vorlagebehälter für die Austragung der zerkleinerten Brennstoffe in die Feuerungsanlage. Das Füllvolumen beträgt typischerweise 1 - 2,5 m³.

Bild: Vorratsbehälter



Vorteile:

- Kann baulich einfach ergänzt werden, wenn ausreichend Platz im Heizraum vorhanden ist
- Kann teilweise die Investition in ein Silo ersparen
- Auch mit Briketts befüllbar

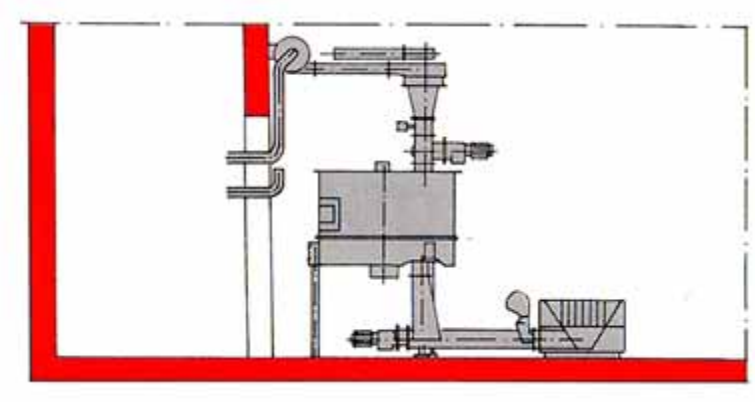
Nachteile:

- Reduziert die manuelle Beschickung nur ohne sie ganz zu ersetzen

Pneumatischer Transport

Der pneumatische Transport ermöglicht die Zufuhr von Spänen und Hackschnitzeln auch über größere Entfernungen, die nicht von einer Schnecke überwunden werden können. Die Abscheidung der Späne erfolgt über einen kleinen Zyklon in einen Vorratsbehälter, von dem aus die Beschickung der Feuerungsanlage mit einer kleinen Austragsschnecke erfolgt.

Bild: Pneumatischer Transport



Vorteile:

- Überbrückt ungünstige Distanzen zwischen Silo und Holzfeuerung
- Einfach zu installieren

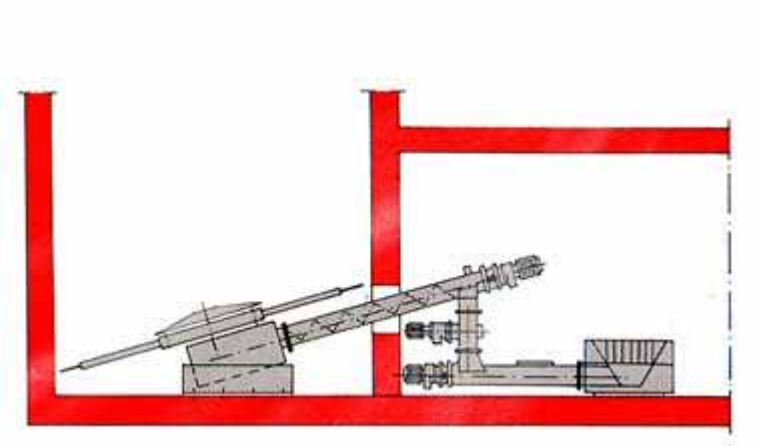
Nachteil:

- Kann die Siloaustragung nicht ersetzen, sondern nur ergänzen

Gelenkarme

Die Gelenkarmaustragung besteht aus zwei Gelenkarmen, mit denen die Späne aus dem Bunker oder Silo erfasst werden. Die äußeren Enden der Gelenkarme bestehen aus Federpaketen, welche die Siloinnenwand entlang streichen. Dabei können runde, quadratische und rechteckige Grundflächen ausreichend ausgetragen werden.

Bild: Gelenkarmaustragung



Vorteil:

- Preiswerte Form der automatischen Austragung
- Kann auch ebenerdig benachbarte Bunkerräume austragen
- Für ungünstige Raumformen geeignet

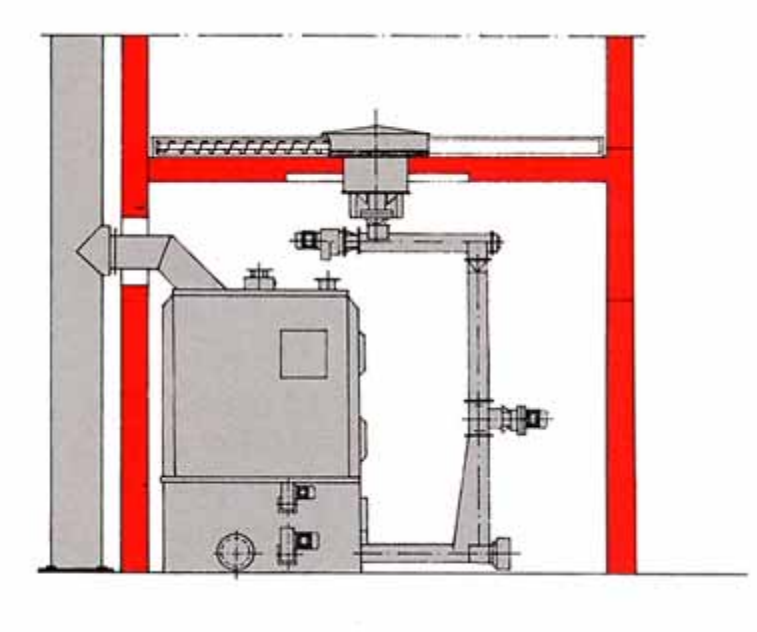
Nachteil:

- Die maximale Spänehöhe oberhalb der Austragung beträgt 6 Meter
- Nur bis zu Durchmessern von 3 - 4 Meter geeignet

Spänefräse

Die Spänefräse ist die Standardaustragung aus den Silos. Sie liegt flach auf dem Siloboden und kann die Späne in kreisförmigem Umlauf erfassen.

Bild: Spänefräse



Vorteile:

- Auch für große Silos gut geeignet
- Ideal für runde Silogrundrisse

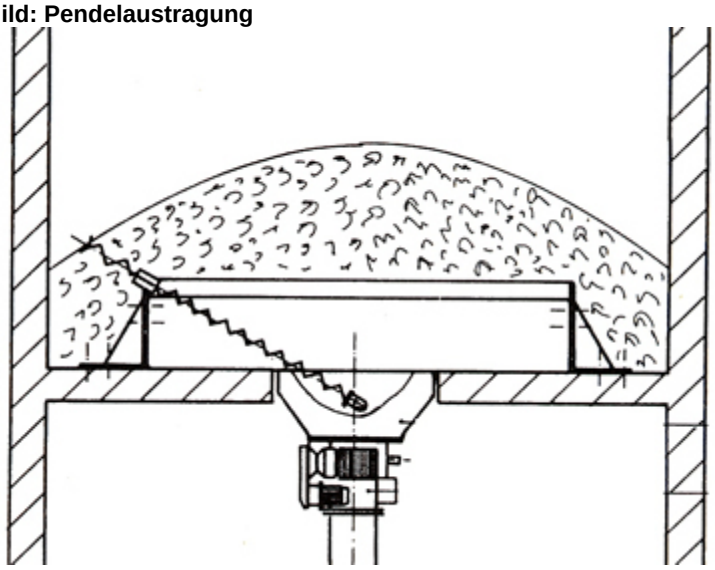
Nachteile:

- Bedarf mindestens eines 1 m hohen freien Unterbaus unter dem Siloboden, um die Austragung montieren zu können. Deshalb keine Bunkeraustragung im Keller möglich.
- Beschränkt auf einen kreisförmigen Silogrundriss. In eckigen Grundrissen werden die Späne in den Ecken nicht erfasst.
- Bei Brikettaustragung muss die Fräse besonders verstärkt werden

Pendelaustragung

Bei der Pendelaustragung ragt die Austragungsschnecke schräg in den Siloraum hinein. Auf einem Ring laufend wird kreisförmig der Siloinhalt erfasst und nach unten ausgetragen.

Bild: Pendelaustragung



Vorteile:

- Gute Durchmischung des Brennstoffe, vermeidet erhöhte Staubanteile in der Brennstoffzuführung des Kessels

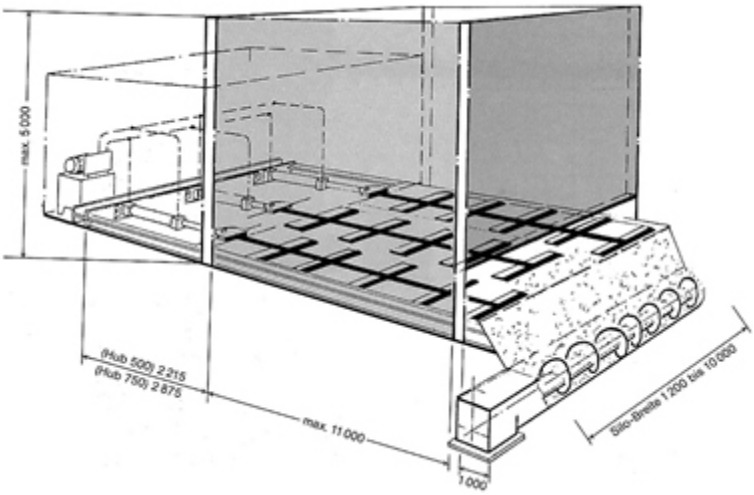
Nachteile:

- Nicht für Briketts geeignet
- Bedarf eines mindestens 1 m hohen Unterbaus unter dem Silo zur Installation der Austragung
- Kann eckige Silogrundrisse nicht ausreichend erfassen

Schubbodenaustragung

Schubbodenaustragungen kommen überall dort zum Einsatz, wo rechteckige Räume und Silos ausgetragen werden müssen. Die Schubstangen werden hydraulisch hin- und herbewegt und schaffen aufgrund ihrer einseitigen Anschrägung das Material zum Ausgang, wo es durch Förderschnecken erfasst und weitertransportiert wird.

Bild: Schubbodenaustragung



Quelle: Energietechnik in der Holzverarbeitung, S. 34

orteile:

- Ideal bei rechteckigen oder lang gestreckten Raumsituationen
- Kann auch ebenerdig eingesetzt werden zur Austragung von bodengleichen Bunkern
- Sehr störungsanfällig, auch für Briketts geeignet

Nachteile:

- Aufwändige Investition

Brennstoffaufbereitung

Für automatisch beschickte Feuerungsanlagen müssen die Holzreste zu Hackschnitzeln aufbereitet und entsprechend gelagert werden. Die Zerkleinerung erfolgt durch einen Hacker. Dabei kommen heutzutage nur noch Langsam-Läufer zum Einsatz. Sie arbeiten mit wesentlich weniger Stromaufwand als die so genannten Schnell-Läufer. Die Anschaffung eines Hackers verteuert den Einsatz einer automatischen Holzfeuerung, aber er sorgt auch dafür, dass die **Werkstatt besser aufgeräumt** ist.

Hacker haben eine relativ hohe elektrische Anschlussleistung sowie einen hohen Absaugbedarf. Deshalb sollten sie **nicht parallel zu anderen** angeschlossenen **Maschinen** betrieben werden, sondern einzeln außerhalb der Maschinenlaufzeiten.

Um den Hacker günstig zu beschicken, wird er möglichst unterhalb einer Rampe, abgesenkt in einer Mulde oder im Keller aufgestellt. Dabei muss sichergestellt sein, dass kein Bediener versehentlich in den Fülltrichter des Hackers fallen kann. Gerade im Außenbereich ist darauf zu achten, dass auch spielende Kinder **nicht in den Füllbereich des Hackers gelangen** können.

Für den Einsatz im Schreinerbetrieb sollte der Hacker das jeweils **kleinste Sieb** verwenden. Die Hackschnitzel sollen im Umfang typischen Holzspänen entsprechen. Hackschnitzel vergrößern die **Gefahr von Stauungen** in Silos beträchtlich. Sie verhaken sich leicht ineinander und tragen damit zur Brückenbildung bei. Dies sollte bei der Konzeption des Silos berücksichtigt werden.

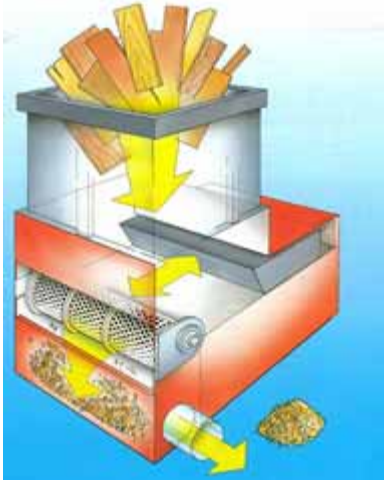
In Schreinerbetrieben kommen zwei Typen von Hackern zum Einsatz

- Schubbodenhacker
- Wellenhacker

Schubbodenhacker

Bei einem Schubbodenhacker wird das zu zerkleinernde Material in eine Mulde eingebracht. Danach schiebt ein Schubboden von der Seite das Material gegen eine rotierende Walze, die mit Wendeplattenmessern bestückt ist.

Bild: Schubbodenhacker



Vorteile:

- Ideal bei kurzen, flächigen Teilen
- Die Hackmesser müssen nicht geschärft, sondern nur gedreht bzw. gewendet werden.
- Besser geeignet für Massivholzverarbeiter

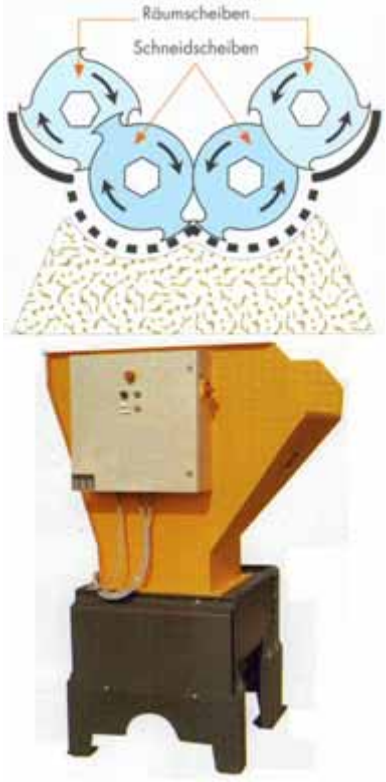
Nachteile:

- Empfindlicher gegenüber Störstoffen wie Metallteilen (Schrauben, Beschläge...)

Wellenhacker

Bei einem Wellenhacker wird das Material in einen Trichter gefüllt, der nach unten zu mehreren ineinander greifenden Wellen führt. Die Wellen erfassen die Werkstücke und ziehen sie zwischen die Walzen und zerkleinern sie mit den Schneidmessern.

Bild: Wellenhacker



Vorteile:

- Ideal bei Schwarten und Spreißeln
- Weniger empfindlich gegenüber Störstoffen
- Besser geeignet für Plattenverarbeiter

Nachteil:

- Die Messer müssen manuell nachgeschliffen werden.

Brikettierung

Die Brikettierung kann einer Zerkleinerung nachgeschaltet sein und die Hackschnitzel, Späne und Holzstäube zu Briketts aufbereiten. Dadurch wird der Brennstoff gleichmäßiger und verbessert die Verbrennungsbedingungen erheblich.

Näheres zu Brikettierung kann auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Späneaufbereitung nachgelesen werden.

Beim Einsatz von Brikettpressen müssen die Austragungen aus dem Silo wie auch die **Förderschnecken** entsprechend eingerichtet sein.

Brennertechnologie

Holzfeuerungsanlagen in Schreinerbetrieben lassen sich in folgende **Typen** aufteilen:

- Füllschachtfeuerung
- Warmluftfeuerung
- Unterschubfeuerung - Durchbrandprinzip
- Unterschubmuldenfeuerung
- Vorofenfeuerung

Alle beschriebenen Feuerungstypen sind grundsätzlich nur für die Verbrennung von **trockenem Material geeignet** (Holzfeuchte < 15 %). Für Frischholzmaterial mit erhöhtem Feuchtenbedarf es anderer Feuerungstechnologien.

Die Verbrennungsqualität wird entscheidend durch die Regelungstechnik bestimmt. Sie sollte das Verhältnis von Verbrennungsluft und Brennstoff möglichst konstant halten.

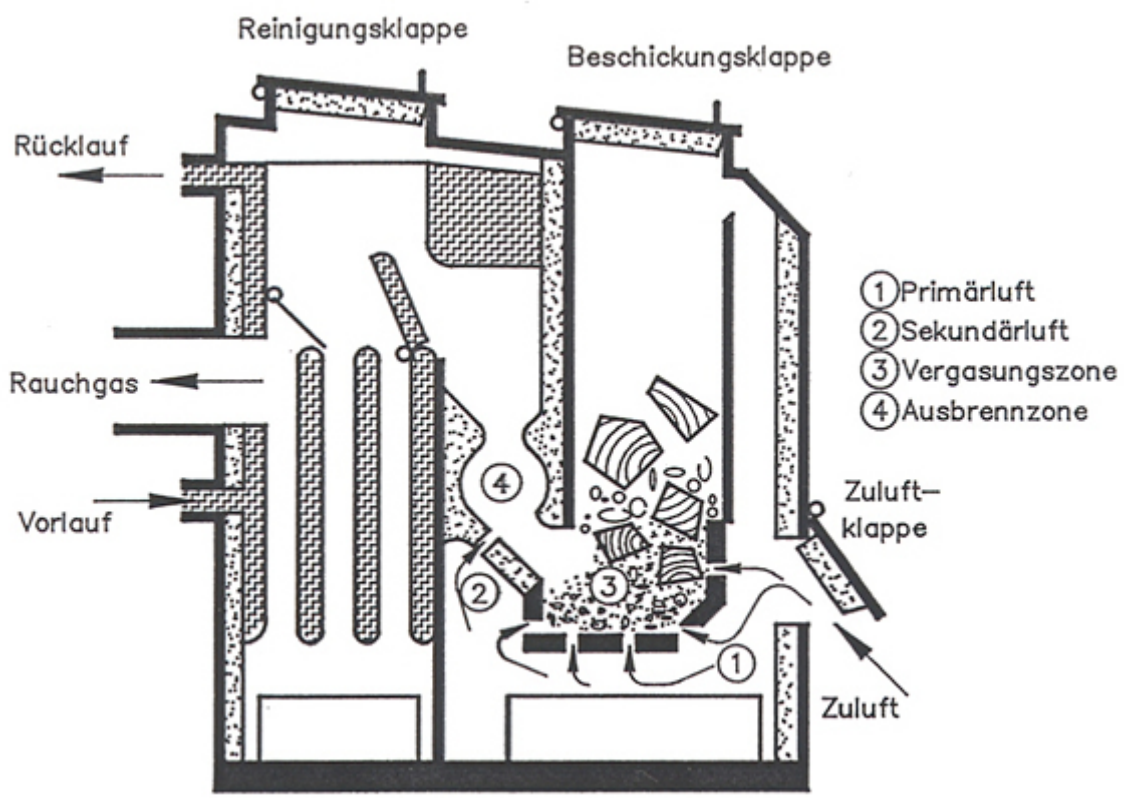
Füllschachtfeuerung

Füllschachtfeuerungen sind handbeschickte Feuerungsanlagen für Stückholz, Plattenreste und Späne. Im gewerblichen Bereich werden fast ausschließlich Füllschachtfeuerungen nach dem Prinzip des **unteren Abbrandes** eingesetzt. Dabei wird die notwendige Verbrennungsluft im Bereich des Rostes als **Primärluft** (erste Luft für die Gluterhaltung) und oberhalb des Glutbettes als vorgewärmte **Sekundärluft** (zweite Luft für den Ausbrand der Verbrennungsgase) zugeführt. Die Primärluft wird dem Holz von unten durch den Rost zugeführt. Sie ist notwendig, um das Holz nach dem Anzünden zu vergasen. Die dabei frei werdenden Gase verbrennen anschließend unter Mitwirkung der Sekundärluft.

Der Brennraum sollte so gestaltet sein, dass die Flammen nicht direkt an Wärmetauscherflächen gelangen und dort abkühlen. Einbauten oder Rundungen begünstigen die **Verwirbelung der Verbrennungsgase** und unterstützen damit den vollständigen Ausbrand. Allerdings darf der Verbrennungsraum nicht zu klein sein.

Das Leistungsspektrum von Füllschachtfeuerungen bewegt sich zwischen 30 und 300 kW **Nennwärmeleistung**.

Bild: Füllschachtfeuerung



Füllschachtkessel arbeiten wie ein Kühlschrank in einem engen Leistungsbereich nach dem Prinzip Ein-Aus. Mit moderner Regelungstechnik kann der Leistungsbereich flexibel gesteuert werden. Dadurch ist es möglich, unterschiedliche Brennstoffqualitäten auszugleichen. Damit die Feuerungsphasen möglichst lange sind, bedarf es bei einer Füllschachtfeuerung immer eines **Pufferspeichers** in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung des Kessels. Er sollte dabei rund 100 Liter pro kW an Nennwärmeleistung umfassen, d. h. bei eine 50 kW Feuerung benötigt einen Pufferspeicher von 5 m³. Dadurch wird die Wärme besser gespeichert und der Wirkungsgrad der Füllschachtfeuerung steigt.

Vorteile:

- Geringer Investitionsbedarf
- Gleichzeitige Verbrennung von Stückholz und Spänen

Nachteile:

- Keine Verbrennung von Staub möglich!
- Neigt bei feinen Spänen zu Verpuffungen
- Relativ hoher Bedienaufwand
- Begrenzte Regulierbarkeit auf unterschiedlichen Wärmebedarf
- Erhöhte Emissionen während der Gluterhaltungsphasen, sofern diese nicht mit einer automatischen Zündung ausgestattet sind, um die Glut bei Bedarf wieder anzufachen.
- Mit Füllschachtfeuerungen lassen sich die geforderten Emissionsgrenzwerte für Massivholz sicher einhalten. Die deutlich strengeren Anforderungen an die Verbrennung von Plattenresten werden zumeist nicht erfüllt.

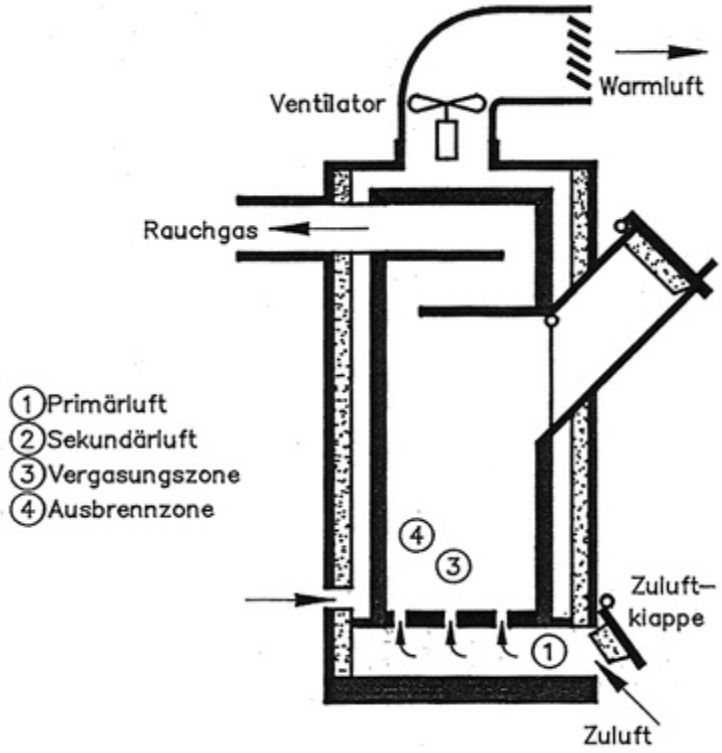
Die Beschickung kann durch den **Einsatz von Briketts** als Brennstoff wesentlich verbessert werden. Der Ausbrand wird gleichmäßiger und auch feinere Späne- und Staubfraktionen können in Brikettform verwertet werden.

Warmluftöfen

Warmluftöfen arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie Füllschachtkessel mit dem Wärmeträgermedium Luft. Der Kessel ist im Innern mit Rohren versehen, die direkt von der Flamme erwärmt werden. Durch einen Ventilator wird Luft angesaugt, durch die heißen Rohre geblasen und als Warmluft über Luftkanäle in der Werkstatt verteilt. Warmluftöfen kommen in einem begrenzten Leistungsspektrum von 30 - 90 kW Nennwärmeleistung zum Einsatz.

Sie weisen die gleichen Vor- und Nachteile wie die Füllschachtfeuerung auf, sind aber preiswerter und benötigen keinen Pufferspeicher. Allerdings können sie verbrennungstechnisch nicht so gut gesteuert werden wie Füllschachtfeuerungen auf Warmwasserbasis.

Bild: Warmluftofen



Unterschub-Durchbrandprinzip

Unterschubfeuerungen sind mechanisch beschickte Anlagen ausschließlich für zerkleinerte Brennstoffe wie Späne, Hackschnitzel oder Staub. Dabei führt eine Schnecke das Material in die Feuerungsanlage ein. Das Prinzip Durchbrand ist dadurch gekennzeichnet, dass die Primärluft von unten durch einen Rost ähnlich der Füllschachtfeuerung zugeführt wird. Die Sekundärluftzufuhr erfolgt oberhalb des Glutbettes.

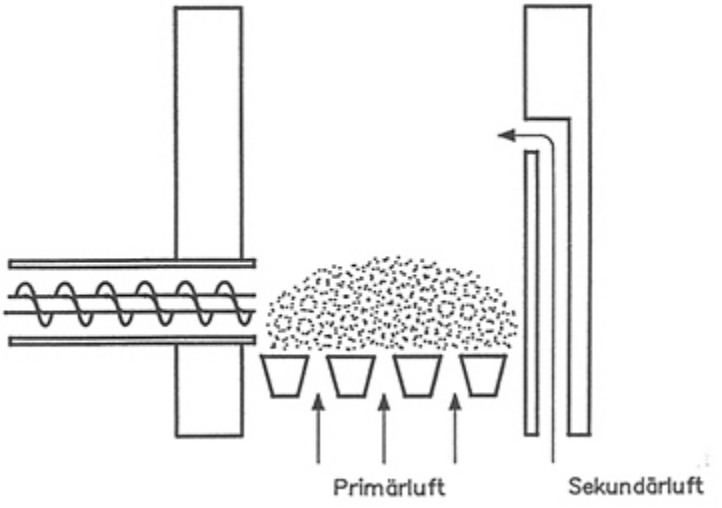
Die sich bildende **Asche** fällt durch den Rost nach unten aus und kann von dort manuell oder durch automatische Systeme entnommen werden.

Unterschubfeuerungen können ein **großes Leistungsspektrum** zwischen 50 und 5.000 kW **Nennwärmeleistung** abdecken. Die Größe des Feuerraums ergibt sich aus der Nennwärmeleistung des Ofens. Er kann vertikal oder horizontal ausgerichtet sein, je nach der Orientierung der Wärmetauscherflächen. Unterschubfeuerungen verfügen heutzutage zumeist auch über eine Leistungssteuerung, um die Leistung abhängig vom aktuell benötigten Wärmebedarf zwischen 30 und 100 % zu variieren. Für einen optimalen Ausbrand bedarf es wie bei der Füllschachtfeuerung eines

ausreichend großen Feuerraums, der für eine gute Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft sorgt.

Im Falle einer Störung und eines Rückbrandes in die Schnecke hinein wird über einen Temperaturfühler für den automatischen Einsatz von Löschwasser gesorgt.

Bild: Unterschubfeuerung nach dem Durchbrandprinzip



Vorteile:

- Gute Regelbarkeit des Kesselleistung, vor allem wenn eine Leistungssteuerung zum Einsatz kommt
- Deutlich geringerer Bedienungsaufwand
- Im Durchbrandprinzip werden auch höhere Staubanteile toleriert
- Gleichmäßigeres Temperaturniveau
- Automatischer Betrieb auch für die Zeiträume, in denen nicht gearbeitet wird

Nachteile:

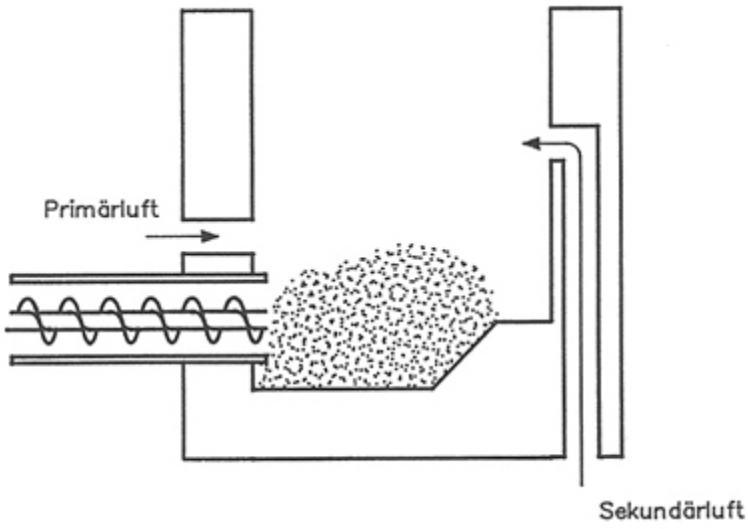
- Aufwändigere Investition
- Stückige Holzreste müssen zerkleinert werden
- Automatische Austragung aus dem Silo erforderlich
- Beim Einsatz von Briketts muss die Förderschnecke dafür geeignet sein

Wenn Hackschnitzel verbrannt werden, bedarf es einer gut dimensionierten **Zellenradschleuse**, damit es nicht zu Störungen in der Zuführung kommt.

Unterschub-Muldenfeuerung

Im Unterschied zum Durchbrandprinzip wird bei der Muldenfeuerung das zerkleinerte Holzmaterial in eine Mulde geführt. Dabei wird die Primärluft direkt oberhalb des Glutbettes zugeführt. Die Sekundärluft gelangt darüber in den Feuerungsraum. Die Asche wird nach oben über den hinteren Muldenrand geschoben und fällt dahinter in den Aschekasten, wo sie manuell oder maschinell entfernt werden kann. Die anderen technischen Merkmale entsprechen denen von Unterschubfeuerungen nach dem Durchbrandprinzip.

Bild: Unterschubfeuerung nach dem Muldenprinzip



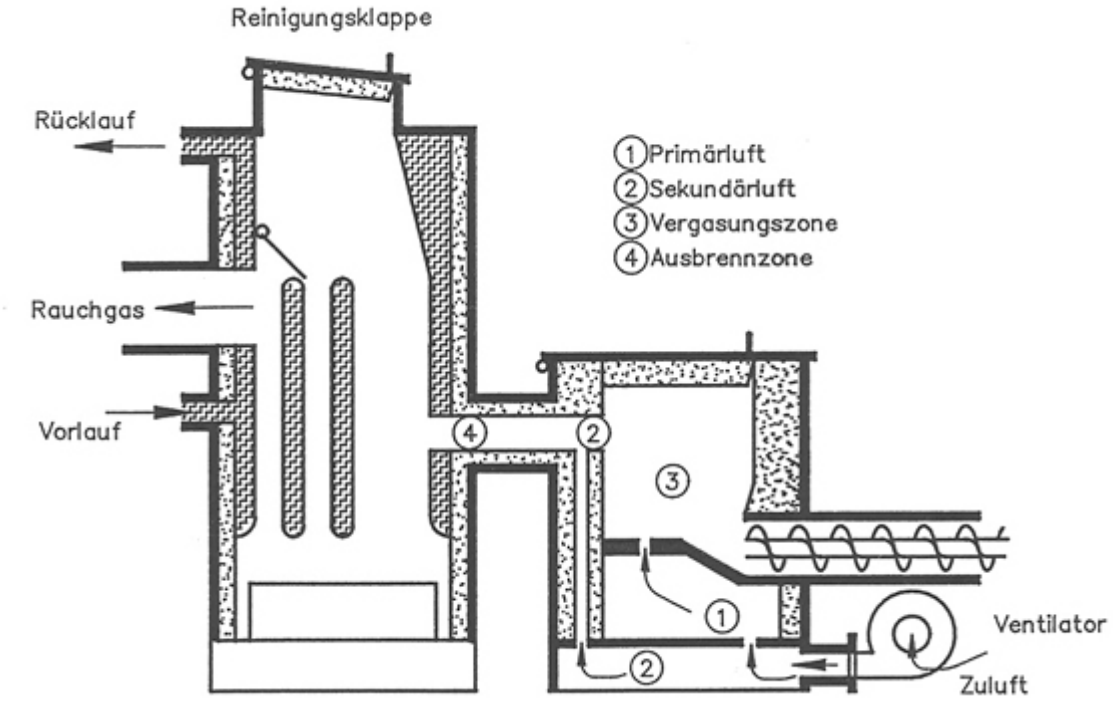
Bei einer Muldenfeuerung **darf der Staubanteil nicht über 50 % des Brennstoffes** liegen, da es sonst zu Verpuffungen kommt. Ansonsten entsprechen die Vor- und Nachteile denen von Unterschubfeuerungen nach dem Durchbrandprinzip.

Vorofenfeuerung

Vorofenfeuerungen kamen in den 90er Jahren auf den Markt, um die vorhandenen Füllschachtfeuerungen zu sanieren. Dabei werden die Brennstoffe automatisch wie bei der Unterschubfeuerung dem Feuerungsraum im Vorofen zugeführt. Der nachgeschaltete Kessel dient dann ausschließlich für die Wärmetauscher. Heute kommen sie vor allem zum Einsatz, wenn in einem ersten Schritt ein Füllschachtkessel angeschafft wird, der später um einen Vorofen erweitert wird. Allerdings muss bereits bei der Planung ausreichend Platz im Heizraum vorgesehen werden.

Die technische Ausstattung entspricht der von Unterschubfeuerungen. Das damit abgedeckte Leistungsspektrum ist aber deutlich kleiner und liegt typischerweise zwischen 50 und 300 kW **Nennwärmeleistung**.

Bild: Vorofenfeuerung



Die **Vor- und Nachteile entsprechen denen der Unterschubfeuerung** in Abhängigkeit von dem im Vorofen zum Einsatz kommenden Verbrennungsprinzip (Mulde oder Durchbrand). Zusätzlich kommen im Vergleich zu Unterschubfeuerungen folgende Aspekte hinzu:

Vorteile:

- Abgestufte Investitionen bei der Anschaffung der Holzfeuerung möglich

Nachteile:

- Erhöhter Platzbedarf
- Schlechtere Wärmeausbeute
- Tendenz zur Überhitzung, deshalb erhöhter Bedarf an Wärmedämmung

Regelungstechnik

Mit Hilfe der Regelungstechnik will man Temperatur- und Luftverhältnisse in einem engen Intervall halten und somit einen optimalen Ausbrand gewährleisten. Die einfachere Grundform der Verbrennungsregelung optimiert dies bei einem bestimmten Leistungsniveau. Bei einer Leistungsregelung erfolgt die Steuerung zusätzlich für unterschiedliche Lastzustände.

Verbrennungsregelung

Durch die Verbrennungsregelung soll die Emission unverbrannter Gase aus dem Feuerungsraum minimiert und der Wirkungsgrad der Wärmeausbeute erhöht werden. Dabei werden folgende **Stellgrößen** beeinflusst:

1. **Brennstoffmenge** über die Geschwindigkeit der Förderschnecke
2. **Primärluft** über Drehzahlsteuerungen oder Luftklappen
3. **Sekundärluft**

Bei manuell beschickten Füllschachtfeuerungen kann nur die Luftmenge beeinflusst werden, wodurch die Effektivität der Steuerung eingeschränkt ist.

Bei der Verbrennungsregelung können im Abgasrohr folgende **Messgrößen** erfasst werden:

- Luftüberschuss Lambda
- Verbrennungstemperatur
- Kohlenmonoxid CO

Herstellerspezifisch werden diese Größen einzeln und kombiniert erfasst, um daraus die Stellgrößen zu variieren. Dadurch können auch **Schwankungen der Brennstoffzusammensetzungen** (Hackschnitzel, Späne, Staub) verbrennungstechnisch **ausgeglichen** werden.

Leistungsregelung

Die Leistungsregelung zielt auf die Anpassung der Wärmeproduktion einer Feuerungsanlage an den aktuell erforderlichen Wärmebedarf. Als Regelgröße für diesen Anpassungsprozess dient entweder die Kesselwassertemperatur oder die Vorlauftemperatur in Verbindung mit der Differenz aus Vorlauf- und Rücklauftemperatur. Daraus wird ein Sollwert ermittelt, mit dessen Hilfe die Brennstoff- und Verbrennungsluftzufuhr entsprechend angepasst werden.

Durch eine Leistungsregelung gibt es **kein An- und Abschalten der Brennstoffzufuhr** sondern eine **kontinuierliche Feuerung**. Es gibt keine Gluterhaltungsphase mehr und die Emissionen an unverbrannten Gasen werden deutlich verringert.

Überwachungspflichten

Einzuhaltende Grenzwerte

Aus dem Bundesimmissionsschutzgesetz abgeleitet werden in der **1. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV)** die gesetzlichen Anforderungen an den Betrieb und die Überwachung von Kleinfeuerungsanlagen formuliert. Dabei handelt es sich um die im Handwerk typischen Holzfeuerungen mit einer **Nennwärmeleistung** bis zu 850 kW. Größere Anlagen müssen gesondert genehmigt werden.

Im Paragraph 3 der 1. BImSchV werden die **zugelassenen Brennstoffe** für Holzfeuerungen aufgeführt. Diese kann man in zwei Gruppen fassen.

Gruppe 1

- Naturbelassenes **stückiges Holz** einschließlich anhaftender Rinde
- Naturbelassenes nichtstückiges Holz, beispielsweise in Form von **Sägemehl, Spänen, Schleifstaub** oder Rinde
- Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von **Holzbriketts** entsprechend DIN 51 731

Gruppe 2

- Gestrichenes, **lackiertes oder beschichtetes Holz**
- **Sperrholz, Spanplatten**, Faserplatten oder sonstiges verleimtes Holz

Beide Gruppen sind grundsätzlich für die Verbrennung in Holzfeuerungen zugelassen. Es werden jedoch **unterschiedliche Anforderungen an die Verbrennungsqualität** vorgegeben.

Die Verbrennung der Brennstoffe der **Gruppe 2** ist auf Holzfeuerungen mit einer **Nennwärmeleistung von mindestens 50 kW** begrenzt.

Nicht zugelassen sind folgende **Problemstoffe**:

- **Holzschutzmittelhaltige Hölzer** wie alte Fensterrahmen oder Spanplatten für den Außenbereich in der Qualität V 100 G
- **PVC**-Anhaftungen in Form von Dickkanten oder besonderen Thermofolien (dies betrifft nicht die üblichen Dekorpapiere der Spanplatten)
- **Papier/Pappe** führt zu erheblichen Verrußungen im Rauchgas und verschmutzt besonders die Wärmetauscherflächen in der Holzfeuerung. Zudem wird dadurch das Risiko der Emissionen von Dioxinen und Furanen deutlich erhöht
- **Metallteile** führen zu erhöhten Schwermetallemissionen im Rauchgas und entsprechenden Ablagerungen in der Holzasche

Für die Verbrennung der Brennstoffe der **Gruppe 1** werden folgende **Grenzwerte** vorgegeben:

Tabelle: Emissionsgrenzwerte bei der Verbrennung von Brennstoffen der Gruppe 1

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Grenzwert Kohlenmonoxid in g/m³
bis 50	4
über 50 bis 150	2
über 150 bis 500	1
über 500	0,5

Quelle: Entsprechend § 6 Abs. 2 1. BImSchV

Für die Verbrennung der Brennstoffe der **Gruppe 2** gelten strengere Vorgaben:

Tabelle: Emissionsgrenzwerte bei der Verbrennung von Brennstoffen der Gruppe 2

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Grenzwert Kohlenmonoxid in g/m³
bis 100	0,8
über 150 bis 500	0,3
über 500	0,0

Quelle: Entsprechend § 6 Abs. 3 1. BImSchV

Zudem gilt für beide Brennstoffgruppen ein **Staubgrenzwert von 0,15 g/m³**.

Bei der **Bestellung einer Holzfeuerungsanlage** sollte die Einhaltung der geforderten Grenzwerte in den Vertrag aufgenommen und bis zur Abnahme des Schornsteinfegermeisters ein Sicherungseinbehalt von 10 % vorgenommen werden.

Überwachung

Der Betreiber der Holzfeuerungsanlage muss den zuständigen **Bezirkschornsteinfegermeister** mit der Überwachung der Anlage beauftragen und die **beiden Kenngrößen Staub und Kohlenmonoxid** erfassen. Während der Wert für Kohlenmonoxid direkt nach der Messung ausgewertet werden kann, müssen die Proben für die Staubermittelung zur Auswertung an ein Labor geschickt werden.

Der **Rhythmus der Überwachung** erfolgt in Abhängigkeit von den verwendeten Brennstoffen sowie der Art der Beschickung.

- Bei **handbeschickten Anlagen**, die nur die Brennstoffe der **Gruppe 1** einsetzen, wird die Anlage nur **einmalig** nach der Installation oder bei wesentlichen Änderungen der Feuerungsanlage gemessen und abgenommen. Das Gesetz sieht hierfür keine wiederkehrenden Messungen vor.
- Bei handbeschickten Anlagen, die auch die Brennstoffe der **Gruppe 2** verwenden, sowie bei **mechanisch beschickten Anlagen (**unabhängig vom Brennstoff) werden diese regelmäßig **jährlich** durch den Schornsteinfegermeister überwacht.

Werden die Grenzwerte nicht eingehalten, so ordnet der Schornsteinfegermeister eine Wiederholungsmessung an.

Die **Messbescheinigungen** des Schornsteinfegers gehören zu den Unterlagen des Betreibers. Sie dokumentieren den ordnungsgemäßen Betrieb der Holzfeuerungsanlage gegenüber den Aufsichtsbehörden.

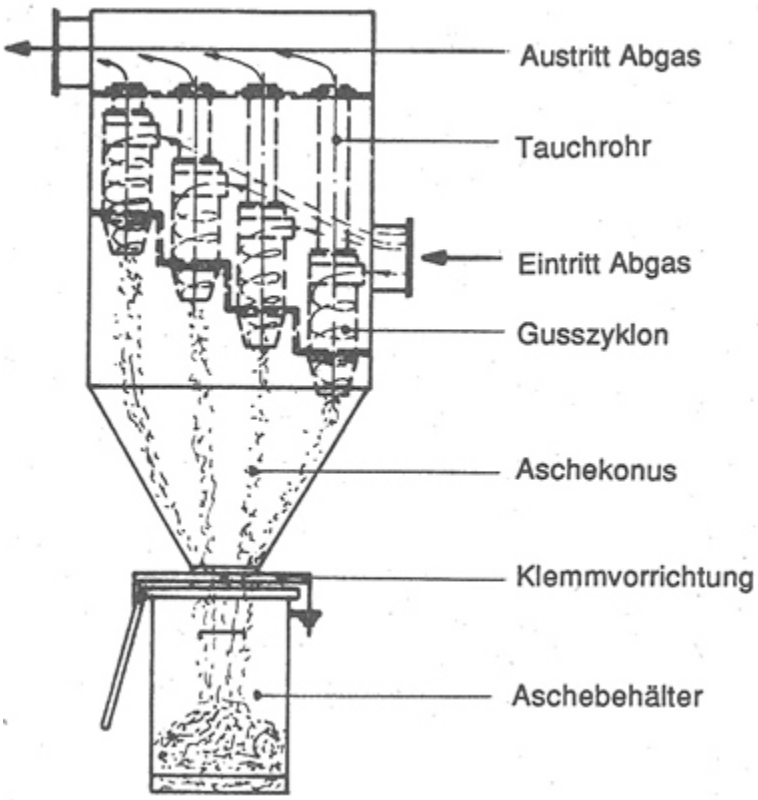
Rauchgasreinigung

Holzfeuerungsanlagen für Schreinerbetriebe verfügen typischerweise über eine besondere Rauchgasentstaubung zur Erfassung der Stäube. Für andere Schadstoffe sind normalerweise keine zusätzlichen Filteranlagen vorgesehen.

Es kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass für Holzfeuerungen eine zusätzliche Rauchgasentstaubung erforderlich ist. Bestimmte Anlagentypen können in Abhängigkeit von den konkreten Brennstoffbedingungen den Staubgrenzwert auch ohne zusätzliche Rauchgasentstaubung einhalten.

In der Mehrzahl der Anlagen wird allerdings ein **Rauchgaszyklon** eingesetzt. Die Rauchgase werden dabei in einer zylindrischen Kammer in Rotation versetzt. Durch die Rotation werden die festen Rauchgaspartikel nach außen an die Zylinderwand geschleudert und so aus dem Rauchgas ausgeschieden. Multizyklonabscheider bestehen aus mehreren kleineren Einzelzyklonen, die zu einer Gruppe zusammengebaut sind. Die ausgeschiedenen Staubteile fallen nach unten und können in einem Aschebehälter gesammelt werden. Multizyklonabscheider arbeiten weitgehend automatisch und erzielen einen guten Abscheidegrad.

Bild: Multizyklon zur Rauchgasentstaubung



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 50

Mit einem Multizyklon kann der geforderte Staubgrenzwert von 0,15 g/m³ normalerweise sicher eingehalten werden.

Vorbereitung auf den Besuch des Schornsteinfegermeisters

Wenn sich der Besuch des Schornsteinfegers ankündigt, sollte der Betreiber vorab folgende **Maßnahmen** durchführen:

- Gründliche **Reinigung** der Anlage
- Eventuell **Wartung** durch den Hersteller, um die Regelungstechnik zu überprüfen im Hinblick auf eine optimale Zuführung der Verbrennungsluft.
- Überprüfen, ob am Übergang der Feuerungsanlagen zum Schornstein und Rauchgaszyklon **keine Undichtigkeiten** vorhanden sind. Dadurch könnte Falschluft dem Rauchgas zugeführt werden und die Messung ungünstig verfälschen.
- Die Messdauer zur Erfassung der Kenngrößen Staub und Kohlenmonoxid ist im Gesetz mit 15 Minuten vorgesehen. Wenn in diesem Zeitraum die Feuerung nicht ausgelastet ist und zeitweilig in die Gluterhaltung herunterschaltet, verschlechtern sich die Messwerte deutlich. Dies wird immer auch aus der Messbescheinigung ersichtlich, wenn die dort aufgeführte Rauchgastemperatur deutlich unter 200 °C liegt. Deshalb sollte eine **Messung immer in den kühlen Wintermonaten** erfolgen, um die Feuerung ausreichend auszulasten.
- Die **Homogenität des Brennstoffes** hat einen wichtigen Einfluss auf die Messung. Wenn während der Messung stark unterschiedliche Brennstoffe wie Späne, Staub und Stückholz verbrannt werden, wird dadurch die Einhaltung der Grenzwerte erschwert.

Wartung

Der optimale Betrieb einer Holzfeuerung bedarf einer hochwertigen Kesseltechnologie und modernsten Regelungstechniken. Eine solche Anlage muss wie jede andere hochwertige Maschine regelmäßig kontrolliert und gewartet werden.

Störungen im Betrieb

Gängige Störpunkte können wie folgt abgestellt werden:

Glanzruß Kaminbrand	Feinste Teertröpfchen bilden sich bei unvollständiger Verbrennung durch eine **zu niedrige Verbrennungstemperatur**. Durch Kondensation und einbrennen der Teertröpfchen an kalten Wänden entsteht eine lackähnliche Schicht, der isolierende Glanzruß. Es fehlt die heiße Ausbrandflamme für eine vollständige Nachverbrennung. • Überprüfen, ob ungeeignetes, feuchtes Holz verbrannt wurde, welches die Flammentemperatur zu stark abkühlt. • Unzureichende Zufuhr der Verbrennungsluft (Primärluft) abstellen • Wärmedämmung des Kamins kontrollieren
Geruchsemissionen	Geruchsbelästigungen treten zumeist in der **Anfeuerungsphase** auf oder bei unzureichender Verbrennung von **Spanplattenresten**. Folgende Punkte sind zu überprüfen: • Unzureichende Verbrennungsluft für die Glutbildung (Primärluft) • Abstimmen der Verbrennungsluft auf den eingesetzten Brennstoff • Mindesthöhe des Kamins kontrollieren
Verpuffungen	Dies entsteht am ehesten bei der Verbrennung von zu feuchtem Holz oder trockenem Schleifstaub. • Beim Verbrennen von **feuchtem Brennstoff** kann es bei einem Mangel an Primärluft zu einem hohen Gehalt an Schwelgasen kommen. Dies kann die Verpuffungen auslösen. Durch das richtige Abstimmen der Luftzufuhr auf die Brennstoffqualität kann diesem Fall vorgebeugt werden. • **Staubexplosionen** treten am ehesten bei Muldenfeuerungen auf. Wenn dort der Staubgehalt im Brennstoff über 50 % steigt, können daraus Verpuffungen entstehen. Die Vermischung der Brennstoffqualitäten beim Austragen des Brennstoffs sollte verbessert werden.
Schlackenbildung im Brennraum	Die Schlackenbildung ist auf Verunreinigungen des Brennstoffs oder zu hohe Aschetemperaturen zurückzuführen. • **Verunreinigungen im Brennstoff** wie Kunststoffe, Aluminium etc. können Schlacken bilden, welche den ganzen Feuerraum verunreinigen. Stahlteile können beim Glühen den Rost zerstören oder verschmieden. Auf eine

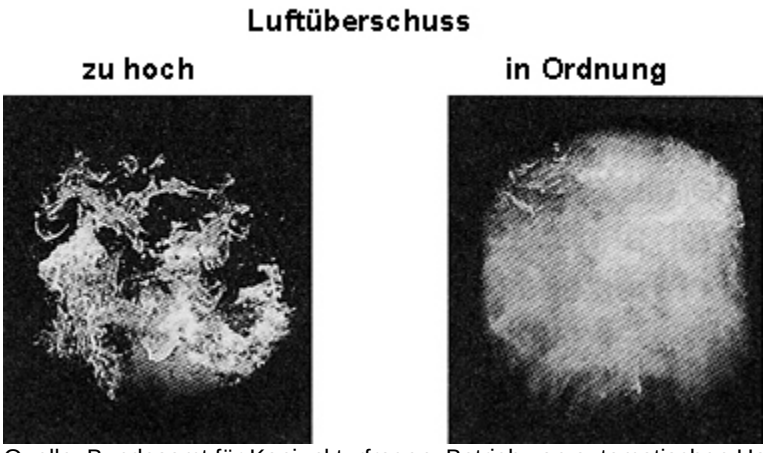
	ausreichende Metallabscheidung hinter dem Hacker oder bei der Brennstofferfassung ist zu achten. • Schlacken aus Holzaschen entstehen, wenn diese über 900 °C erhitzt wird. Der **Ascheschmelzpunkt** wird durch die Verbrennung von **Spanplattenresten nach unten beeinflusst**. Die Asche schmilzt dadurch bereits bei tieferen Temperaturen. Insbesondere bei Muldenfeuerungen ist dieses Phänomen zu beobachten. Die Primärluftführung kann dazu beitragen, die Schlackenbildung zu verringern. Auch die bessere Durchmischung der Brennstoffe beim Austragen aus dem Silo kann dazu beitragen, die Konzentration an Späneresten aus Spanplatten zu verringern und damit den Ascheschmelzpunkt nicht zu stark zu beeinflussen.

Wartungspunkte

Für die regelmäßige Kontrolle und Wartung von Holzfeuerungsanlagen werden folgende **Maßnahmen** empfohlen:

1. Entsprechend der Auslastung der Holzfeuerung sollte alle 1-2 Wochen der **Kessel entascht** werden. Dabei sind die Wärmetauscherflächen entsprechend den Vorgaben des Herstellers zu reinigen und die Aschekästen im Kessel zu entleeren. Für die Reinigung kann der Einsatz eines Staubsaugers in zündquellenfreier Bauart (B1) hilfreich sein.
2. Kontrolle der **Farbe der Asche**. Wenn diese sehr hell bis weiß ist, beinhaltet sie nur wenige unverbrannte Bestandteile. Dunklere Färbung und Verunreinigungen deuten auf Verunreinigungen im Brennstoff bzw. unvollständige Zufuhr der Verbrennungsluft hin.
3. Kontrolle der **Wärmetauscherflächen** auf Glanzruß (s.o.).
4. Kontrolle des **Rauchbildes** an der Kaminmündung. Wenn der Rauch deutlich sichtbar ist und riecht deutet dies auf unvollständige Verbrennung hin. Während dies in der Anlaufphase häufig nicht zu vermeiden ist, sollte es bei der normalen Verbrennung nicht auftreten.
5. Kontrolle des **Flammenbildes** auf korrekten Luftüberschuss über ein dafür vorgesehenes Schauglas. Eine Beurteilung bei offener Tür ist nicht möglich.

Bild: Luftüberschuss und Flammenbild



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 7

Die Flammenform und -farbe zeigt an, wie der **Luftüberschuss zu beurteilen** ist. Er ist

- zu **hoch**, wenn die Flamme nicht geschlossen ist, sondern mehrere einzelne Flammen mit vielen Flammenspitzen aufweist wie bei einem offenen Feuer.
- **in Ordnung**, wenn die Flamme hellgelb, lang, geschlossen und wolkig ist.
- zu **tief**, wenn die geschlossene Flamme dunkelrot ist und sich über der Flamme Rauch bildet.

Alle Wartungspunkte sollten in Absprache mit dem Hersteller in einer **Wartungsanweisung** zusammengestellt werden und dem zuständigen Mitarbeiter als Orientierung dienen.

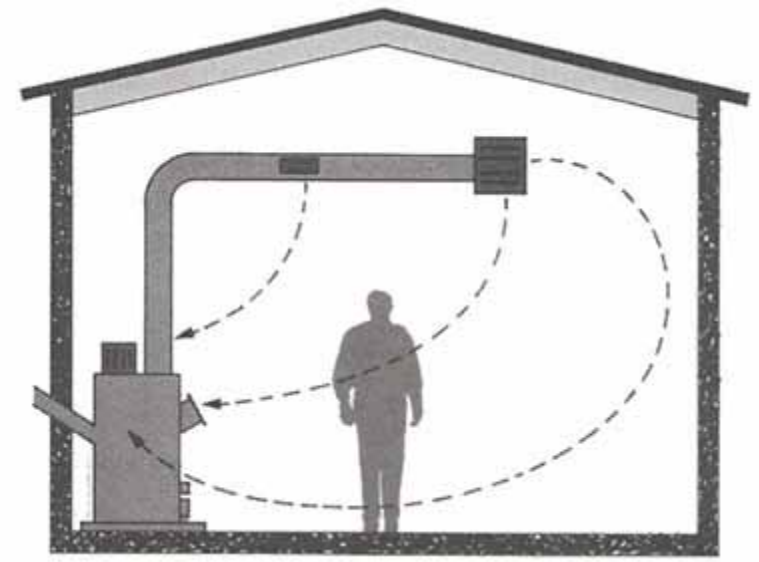
Wärmeverteilung

In Abhängigkeit vom gewählten **Heizungssystem** ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten, die erzeugte Wärme in den Betriebsräumen zu verteilen.

Warmluftheizung

Der Warmluftkessel ist im Innern mit Rohren versehen, die direkt von der Flamme erwärmt werden. Durch einen Ventilator wird Luft angesaugt, durch die heißen Rohre geblasen und als Warmluft über Luftkanäle in der Werkstatt verteilt.

Bild: Wärmeverteilung über Luftkanäle



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 122

Bei kleinen Räumen wird die Warmluft direkt oberhalb des Ofens in den Raum geblasen. Bei größeren Flächen wird sie über Luftkanälen mit entsprechenden Auslassöffnungen verteilt.

Warmluftkanäle sind **einfach zu installieren**, der damit verbundene Aufwand ist gering. Die Wärmeerzeugung und -verteilung erfolgt in kürzester Zeit. Der Raum wird **sehr schnell** warm.

Allerdings kommt es zu recht ungleichen **Zugluftерscheinungen**. Die **Staubentwicklung** ist im Einwirkungsbereich der Auslassöffnungen deutlich erhöht. Da es keinerlei Speichermedien gibt, sinkt die Raumtemperatur auch schnell wieder ab, es muss **schneller nachgeheizt** werden. Für **Büro- und Sozialräume** sind Warmluftheizungen **nicht geeignet.** Sie bedürfen eigener Zusatzheizungen.

Warmwasserheizungen

Das Wärmeträgermedium bei einem Warmwasserkessel wird mit einer Vorlauftemperatur von ca. 90 °C mittels Umwälzpumpen den Wärmetauschern in den einzelnen Betriebsräumen zugeführt. Je nach Pufferspeicher können Warmwasserheizungen die **Wärme** über längere Zeiträume bevorraten und diese **gleichmäßiger** abgeben. Die Raumtemperatur kann in einem **engeren Intervall** reguliert werden. Durch das Leitungssystem werden **alle Räume** erfasst.

Das Medium Wasser führt naturgemäß auch zu einer **größeren Trägheit**. Es dauert länger, bis eine Werkstatt erwärmt wird. Der damit verbundene **Installationsaufwand** ist gegenüber einem

Warmluftsystem ebenfalls deutlich **höher**. Zur Vermeidung von **Frostgefahr** muss zudem sichergestellt sein, dass eine ausreichende Befeuerung des Kessels gewährleistet ist.

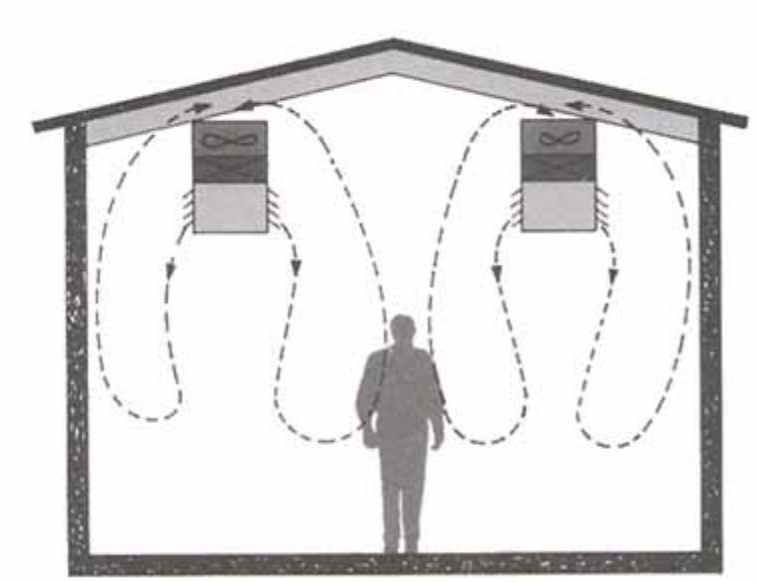
Als Wärmetauscher für Warmwasserheizungen kommen folgende **Systeme** in Betracht:

- Lufterhitzer
- Radiatoren
- Kombinierte Systeme
- Deckenstrahler

Lufterhitzer

Warmwasser-Lufterhitzer werden unterhalb der Decke montiert. Der eingebaute Ventilator saugt die Raumluft von außen oder aus dem Raum an, führt sie an dem Wärmetauscher vorbei und bläst die erwärmte Luft in die Werkstatträume.

Bild: Lufterhitzer



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 122

Vorteile:

- Gegenüber anderen Verteilersystemen ist der Installationsaufwand verhältnismäßig gering.
- Die Lüfter bringen schnell Wärme in den Raum. Sie können auch großflächige Räume mit Raumhöhen von mehr als 3 Meter ausreichend mit Wärme versorgen.
- Die Installation unter der Decke nimmt keine Stellflächen vor den Wänden in Anspruch.

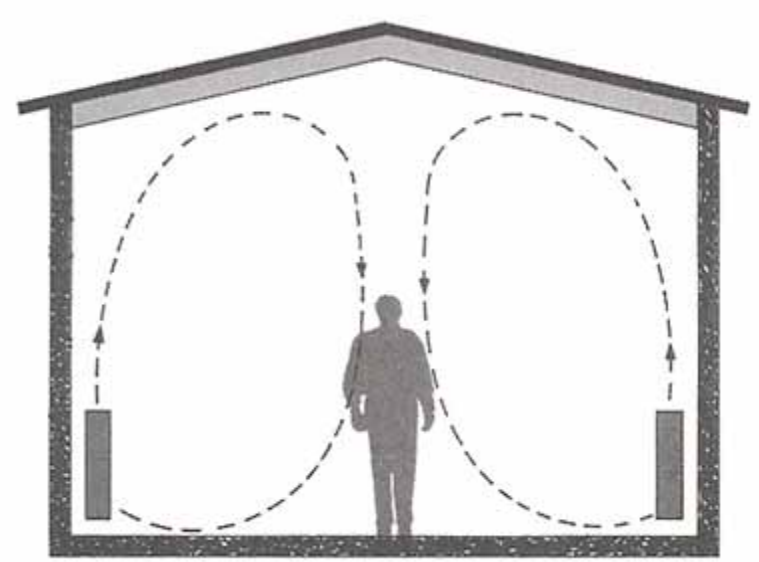
Nachteile:

- Die Gebläse bringen Zugluftерscheinungen in den Werkstattraum und führen zu verstärkten Staubaufwirbelungen. In Räumen mit Raumhöhen unter drei Meter sollten sie deshalb nicht zum Einsatz kommen.
- Der Energieaufwand wird durch den zusätzlichen Strombedarf der Ventilatoren erhöht.

Radiatoren

Radiatoren werden an den Wänden angebracht. Sie stehen als Rippenrohre, Rippenheizkörper und Plattenheizkörper zur Verfügung. Die Wärmeabgabe erfolgt über Wärmestrahlung und gleichzeitiger Konvektion (Bewegung der Luft durch Erwärmung).

Bild: Radiatorenheizung



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 123

Vorteile:

- Die Raumtemperatur kann in Verbindung mit Thermostatventilen gut geregelt werden.
- Unnötige Luftbewegungen und Aufwirbelungen werden vermieden, keine Zugerscheinungen.
- Die Temperaturverteilung ist recht gleichmäßig.
- Die Stärke von Radiatoren liegt vor allem in kleineren Räumen bzw. Räumen mit einer Raumhöhe von weniger als 3 m.

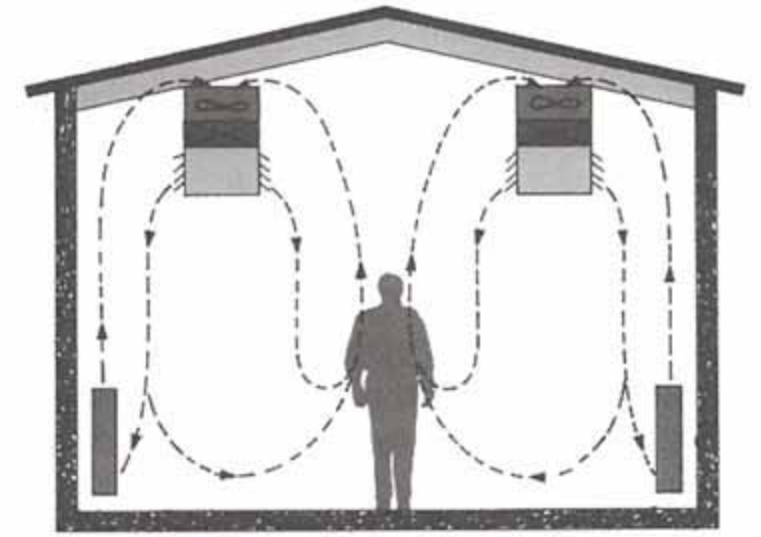
Nachteile:

- Die Installationskosten sind höher als bei Lufterhitzern.
- Ein Teil der Wärmeabgabe geht verstärkt über die Außenwände verloren.
- Stellflächen an den Außenwänden fallen weg. Häufig werden die Heizkörper dennoch zugestellt, so dass deren Wirksamkeit deutlich eingeschränkt ist.
- Rippenrohre bzw. Rippenheizkörper sind zusätzliche Staubfänger und können nur schwer gereinigt werden.
- Die Wärmeabgabe ist vergleichsweise träge. Es dauert recht lange bis die Werkstatträume dadurch erwärmt werden können.

Gemischte Systeme

Die Kombination von beiden oben genannten Systemen - Lufterhitzern und Radiatoren - ermöglicht eine sehr flexible Raumbeheizung. Durch getrennten Betrieb von Radiatoren und Lufterhitzern kann der Raum sehr schnell und gleichmäßig erwärmt werden.

Bild: Gemischte Verteilungssysteme



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 124

Vorteile:

- Die Regelbarkeit der Raumheizung ist sehr gut.
- Die Wärmeverteilung ist im ganzen Raum - auch im Fußbereich - sehr ausgewogen.
- Da auf einen Teil der Radiatoren verzichtet werden kann, ergeben sich weniger Stellflächenverluste an den Außenwänden.
- Die Beheizung der Nebenräume erfolgt alleine durch Radiatoren.

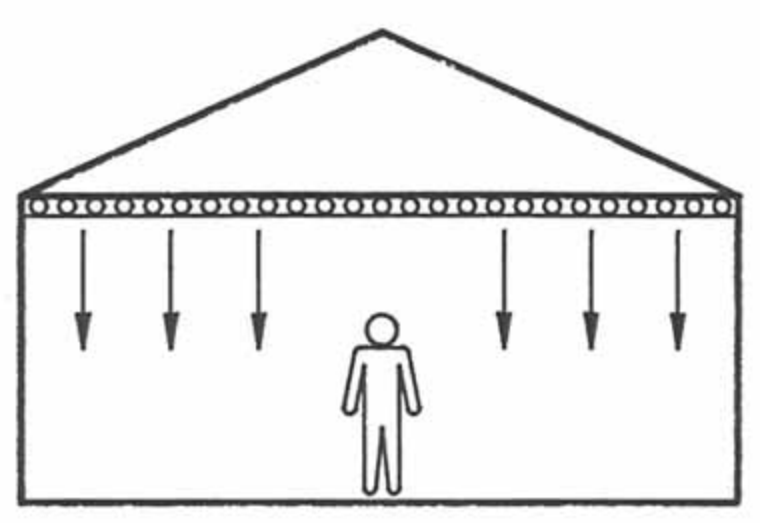
Nachteile:

- Die Installationskosten sind vergleichsweise hoch.
- Für den getrennten Betrieb von Lufterhitzern und Radiatoren ist ein Zwei-Kreis-System erforderlich.
- Die Ventilatoren der Lufterhitzer erfordern einen zusätzlichen Strombedarf.

Deckenstrahlungsheizung

Deckenstrahlungsheizungen sind plattenförmige Wärmeabgabesysteme, die flachliegend in einer Raumhöhe von ca. 3 Meter installiert werden.

Bild: Plattenheizung als Deckenstrahler



Vorteile:

- Die Plattenheizungen ergeben eine sehr gute Wärmeverteilung.
- Es ergibt sich nicht das Problem, dass Stellenflächen an den Außenwänden benötigt werden.
- Gut geeignet in größeren Hallen mit Raumhöhen von mehr als 3 Metern.
- Kein zusätzlicher Wärmeverlust über die Außenwände.

Nachteile:

- Höhere Installationskosten als bei Radiatoren an den Außenwänden.
- In kleineren Werkstatträumen nicht geeignet.

Lärmschutz

Lärm ist ein sehr wichtiger Aspekt bei der Genehmigung von neuen Betrieben oder Betriebsänderungen. Vor Ort muss geprüft werden, inwieweit die geplante Schreinerei tatsächlich eine Wohnbebauung im Umfeld beeinträchtigt. Häufig ist es schwierig, eine korrekte Bewertung vorzunehmen. Nicht selten wird der von einer Schreinerei ausgehende Lärm überschätzt, obwohl eigentlich umgebender **Verkehrslärm** für die Hauptbelastung verantwortlich ist.

In Einzelfällen kann es erforderlich sein, sich von einem Sachverständigen ein Lärmgutachten erstellen zu lassen. Maßgeblich für diese Bewertung ist die **Technische Anleitung Lärm (TA-Lärm).** Sie gibt die wesentlichen Grenzwerte für die zulässige Lärmbelastung der Nachbarschaft vor.

Tabelle: Immissionsgrenzwerte nach TA-Lärm

Baugebiet	am Tage	in der Nacht*
Industriegebiet	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiet	65 dB(A)	50 dB(A)
Misch-, Kern- und Dorfgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
Allgemeine Wohngebiete	55 dB(A)	40 dB(A)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

*als Nachzeit gilt die Zeit von 22:00 – 6:00 Uhr. In den Zeiträumen zwischen 6:00 – 7:00 Uhr und 20:00 – 22:00 Uhr wird für die Bewertung des gemessenen Lärmpegels ein Zuschlag von 6 dB(A) dazugezählt.

Weitere Informationen zur TA-Lärm können unter Rechtsgrundlagen > Immissionsschutz > Lärmschutz > TA-LärmRechtsgrundlagen nachgelesen werden.

Die genannten Grenzwerte beziehen sich auf die gesamte **Bezugszeit von 6:00 bis 22:00 Uhr**. Entscheidend für die Beurteilung des Lärms in der Nachbarschaft ist nicht der Geräuschpegel, der von einem Betrieb ausgeht (Emissionen), sondern der, der am nächstgelegenen Wohnhaus ankommt (Immissionen).

Für die Betriebsinhaber ist es sehr wichtig, die **Bebauungsplanung im Umfeld des Betriebes im Auge zu behalten**. Wenn in unmittelbarer Nachbarschaft Wohngebäude errichtet werden, können sich auch für den bestehenden Betrieb erhebliche Einschränkungen ergeben, wenn er nicht in der Planungsphase den Unternehmensbestand mit einbringt.

Wenn ein neues Wohngebiet in der Bauplanung veröffentlicht wird, sollte der Betrieb schnellstmöglich den Kontakt mit dem Fachverband oder der zuständigen Handwerkskammer suchen, um bei den kommunalen Entscheidungsgremien seine Rechte in ausreichendem Umfang geltend zu machen. Häufig ist es hilfreich, wenn benachbarte Unternehmen sich hier zusammentun, um den betrieblichen Standpunkt im Planungsprozess gemeinsam zu vertreten.

Werkstattbereich

Vorgaben für den Bereich des Arbeitsschutzes sind in der **Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" (BGV B3)** geregelt. Hiernach soll der maximale Lärmpegel in Schreinereien bezogen auf eine Arbeitsschicht von 8 Stunden den Grenzwert von 85 **dB(A)** nicht überschreiten. Dieser Grenzwert ist inzwischen weltweit anerkannt. Lärmbelastungen über 85 dB (A) führen nachweislich zu Gesundheitsschäden.

Die folgende Tabelle verdeutlicht, welche Lärmeinwirkung einer 8-stündigen Belastung von 85 dB (A) entspricht:

Tabelle: Lärmbelastung 85 dB(A)

Lärmpegel	85 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)	100 dB(A)	105 dB(A)
Einwirkzeit	8 Std.	2,5 Std.	48 Min.	15 Min.	5 Min.

Die lärmintensiven Maschinen einer Schreinerei sind die stationären Holzbearbeitungsmaschinen wie die Formatkreissäge und die Abricht- und Dickenhobelmaschine. Im Rahmen der Studie "Handwerk und Wohnen - Bessere Nachbarschaft durch technischen Wandel", herausgegeben vom Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, wurde ein mittlerer Innenpegel in Schreinereien von 85 dB(A) ermittelt. Dieser Wert geht zurück auf eine repräsentative Anzahl von Einzelmessungen bei denen unterschiedliche Betriebsgrößen und -zustände berücksichtigt wurden. Die konkrete Belastung eines Mitarbeiters vor Ort kann nur durch geeignete Messverfahren eines erfahrenen Ingenieurbüros genau bestimmt werden.

Die Aufstellung verdeutlicht, dass hohe Lärmbelastungen über 85 dB (A) sehr schnell die maximal zulässige Einwirkung für den Mitarbeiter erreichen. Deshalb gilt eindeutig,

- im **Maschinenraum** ist grundsätzlich ein Gehörschutz in Form von Kopfhörer oder Ohrstöpseln zu nutzen.
- im **Bankbereich** sollte ein Gehörschutz immer bei der Nutzung von Handmaschinen (außer Schrauber oder Bohrmaschine) getragen werden.

Diese Bereiche sollten mit dem entsprechenden **Gefahrensymbol gekennzeichnet** und die Mitarbeiter im Umgang mit Gehörschutz unterwiesen sein.

Arbeiten an Bildschirmen, die nicht nur der Programmauswahl oder Maschinenbedienung dienen, sollte in eigenen Büroräumen erfolgen. Hierfür gibt die Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" einen Grenzwert von 70 dB (A) vor. Ein solcher Grenzwert ist in Fertigungsräumen nur sehr schwer einzuhalten.

Schutzmaßnahmen

Schon bei der **Planung der Maschinenhalle** sollte der Lärmschutz mit einbezogen werden. Schallharte Decken und Wände führen zu einer großen Halligkeit und verstärken die Lärmbelastung.

- Spezielle Lochbeschichtungen verhindern die Schallreflexion und verringern somit die Lautstärke. Die Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" gibt vor, dass für die Decken und Wände ein mittlerer **Schallabsorptionsgrad von 0,3** erreicht werden muss.
- Bei bestehenden Räumen kann eine **abgehängte Decke** erwogen werden, um die Absaugleitungen oberhalb zu führen. Dadurch wird dieser Geräuschpegel aus dem Maschinenraum entfernt und die Schallschutz-Decke senkt den Maschinenlärm.
- Um die Schallbelastung möglichst direkt an der Quelle zu minimieren, sollte beim Kauf einer Maschine unbedingt der **Schallleistungspegel** erfragt werden. Nach dem Gerätesicherheitsgesetz ist der Hersteller zu dieser Auskunft verpflichtet. Der Schallleistungspegel gibt an, wie viel Schallenergie von der Maschine im Normalfall abgegeben wird und ermöglicht direkte Vergleiche zwischen verschiedenen Maschinen. Die Unterschiede sind hier oft erheblich.
- Bei einzelnen Maschinen gibt es durch den Einsatz spezieller Werkzeuge die Möglichkeit, die Lärmbelastungen zu verringern. Hierbei wären vor allem zu nennen:
  - **Kreissägeblätter** für Formatkreissägen
  - **Hobelmesser** für Abrichten und Dickenhobelmaschinen
- Das **nachträgliche Dämmen** von Maschinen hat sich vor allem bei Hobelmaschinen als sinnvoll erwiesen. Diese sind oft schon älteren Datums und konstruktiv noch voll in Ordnung, weisen aber häufig einen sehr hohen Lärmpegel auf.
- Der **Bankbereich** sollte möglichst räumlich vom Maschinenbereich **getrennt** werden. Dies verringert die Lärmbelastung der Mitarbeiter erheblich und trägt zur besseren Konzentration bei der Arbeit bei. Allerdings tritt dann die Lärmbeschallung durch Radiogeräte deutlicher in den Vordergrund.
- Das Abtrennen von **Kompressoren in einen eigenen Raum** senkt die davon ausgehende Lärmbelastung deutlich. Idealerweise kleidet man einen solchen Raum mit flach gelegten Hochblockziegeln aus, sodass die Öffnungen in den Raum ragen.
- Entsprechend können auch **Lärmschutzwände** zu Nachbargrundstücken konzipiert werden. Sie sollen die Lärmübertragung einschränken, aber gleichzeitig die Schallreflexion vermeiden.
- Vergleichbares gilt auch für die **Absauganlage**. Um die Maschinenvibrationen nicht zu übertragen ist es hierfür heute Standard, dass der Ventilator schalldämmend gelagert und die Rohranschlüsse schallhemmend ausgeführt werden.
- Bei unmittelbarer Wohnbebauung in der Nachbarschaft sollten grundsätzlich keine Zuschnitte im Freien erfolgen, bzw. Fenster und Türen des Maschinenbereichs bei laufenden Maschinen unbedingt geschlossen halten.
- Für Arbeitsplätze an Maschinen oder zur Arbeitsvorbereitung kann es sinnvoll sein **Schallschirme** aufzustellen. Diese verringern die direkte Schalleinwirkung an der Maschine und verbessern die Arbeitsbedingungen. Ihre Wirksamkeit ist aber davon abhängig, ob die **Decke nicht schallhart** ausgeführt ist und den Schall durch entsprechende Reflexion über den Schallschirm weiterleitet.
- **Tore und Fenster** können im Einzelfall auch in besonders schallhemmender Ausführung eingesetzt werden, um die Schallübertragung zum Nachbargrundstück bei laufenden Maschinen deutlich zu verringern.

Persönlicher Gehörschutz

Sofern Lärmbelastungen von **mehr als 85 dB (A)** nicht zu vermeiden sind, ist der Arbeitgeber verpflichtet, den Mitarbeitern ausreichend **Gehörschutz zur Verfügung** zu stellen und diese im korrekten Umgang damit zu unterweisen.

In der Praxis werden dafür meistens Kopfhörer oder Ohrstöpsel eingesetzt. Das Tragen der Schutzausrüstung ist durchaus eine Belastung für die Mitarbeiter, sodass man bei der Auswahl der konkreten Produkte den **Tragekomfort** nicht außer Acht lassen sollte.

Inzwischen ist es auch möglich, einen ganz auf den Träger bezogenen **individuellen Gehörschutz** zu konzipieren. Dieser wird ansprechend den anatomischen Bedingungen des Trägers erstellt und ermöglicht es, dass die Lärmdämpfung individuell reguliert werden kann.

Bild: maßgeschneiderter Gehörschutz

Brandschutz

Baulicher Brandschutz

Baulicherseits muss der Brandschutz für die **Bereiche**

- Absauganlage
- Heizung
- Silo, Bunker
- Lacklager
- Spritzraum

gesondert geplant werden. Diese Bereiche sind **feuerbeständig** von den übrigen Betriebsbereichen abzutrennen. Hinweise zum Brandschutzrecht finden sich im Bereich Rechtsgrundlagen < sonstiges Umweltrecht < Brandschutz, Hinweise zur praktischen Umsetzung im Bereich Wichtig für alle Branchen < Sonstiges < Brandschutz . In Abstimmung mit dem Bauamt und der zuständigen Feuerwehr sind im Rahmen der Bauplanung festgelegt:

- Erfordernis der Abgrenzung von Brandabschnitten zur Abschottung der Brände im Gebäude
- Brandschutztüren und -tore
- Anzahl und Lage der Fluchttüren
- Notwendigkeit von Rauchabzugsklappen
- Brandmeldeeinrichtungen

Brandschutztechnische Grundausstattung

Feuerlöscher

Zur brandschutztechnischen Grundausstattung gehört eine ausreichende Anzahl von Feuerlöscheinrichtungen. Diese ist abhängig von der Gefährdungseinschätzung des jeweiligen Raumes und dessen Größe.

1. **Heizraum und Spritzraum** sollten jeweils mit mindestens einem großen Feuerlöscher ausgestattet werden.
2. **Werkstatt- und Lagerräume** werden zumeist mit einer hohen Brandgefährdung eingestuft. Pro 100 m² sind ca. 9 Löscheinheiten einzuplanen. Dies entspricht einem mittleren Feuerlöscher.
3. **Büro- und Ausstellungsräume** werden zumeist als gering oder mittel gefährdet eingestuft. Hier sollte wenigstens ein Feuerlöscher pro Raum verfügbar sein.

Teilweise werden auch Wandhydranten für größere Hallen vorgesehen. Diese werden jedoch maximal wie zwei mittlere Feuerlöscher gewertet, da sie im Bedarfsfall zumeist nicht eingesetzt werden.

Die genaue Anzahl der Feuerlöscher wird mit der **zuständigen Feuerwehr abgestimmt**. Die Abnahme der Einrichtung durch die Feuerwehr sollte sich der Betriebsinhaber **schriftlich bestätigen** lassen. Damit kann er im Brandfall den ausreichenden vorbeugenden Brandschutz dokumentieren.

Kennzeichnung

Im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes sind folgende Einrichtungen zu kennzeichnen:

Feuerlöscher

Im direkten Umfeld des Feuerlöschers ist eine Kennzeichnung an der Wand anzubringen, sodass er jederzeit auffindbar ist. Dies ist insbesondere dort wichtig, wo sich der Feuerlöscher in einem Schrank befindet oder nicht direkt vom Raum aus erkennbar ist.

Fluchtwege

Über allen Fluchttüren ist nebenstehende Kennzeichnung anzubringen. Diese leuchtet bei plötzlicher Dunkelheit nach und erleichtert im Brandfall, dass die richtigen Ausgänge schnell gefunden werden.

Es ist darauf zu achten, dass die **Fluchttüren nicht zugestellt** werden!

Sofern sich der Betrieb über mehrere Etagen erstreckt, ist der **Fluchtweg zum Treppenabgang** zusätzlich zu kennzeichnen.

Brandmeldeplan

An geeigneten Stellen ist ein Brandmeldeplan entsprechend den Vorgaben der DIN 14 096 auszuhängen. Der Brandmeldeplan sollte folgende **Punkte** enthalten:

- Rauchen verboten!
- Fluchttüren freihalten!
- Im Alarmfall Ruhe bewahren
- Telefonnummer der Feuerwehr
- Wer ruft an?
  Was ist passiert?
  Wo ist es passiert?
- Hinweise zum Löschversuchen:
  - Feuerlöscher benutzen
  - elektrischer Hauptschalter schließen
  - Körperbrände mit der Löschdecke ersticken
- In Sicherheit bringen
  - gefährdete Personen warnen
  - Türen und Fenster schließen
  - Anfahrwege für die Feuerwehr freihalten

Insgesamt ist zu empfehlen, alle 2 - 3 Jahre mit der **Feuerwehr eine Brandschutzübung** durchzuführen. Ähnlich zur Ersten Hilfe kann so sichergestellt werden, dass die Beschäftigten einen entstehenden Brandherd rechtzeitig und richtig bekämpfen.

Technologien

Auch wenn das Schreinerhandwerk ein alteingesessenes Handwerk ist: Hobel und Säge wurden mittlerweile weitestgehend durch modernste Technik. CNC-Technologien und programmgesteuerte Maschinen haben in vielen Betrieben Einzug gehalten. Um die Fertigungskosten so gering wie möglich zu halten muss der moderne Schreiner seine Abläufe in erster Linie maschinentechnisch optimieren.

Die dafür erforderliche technologische Ausstattung muss ganz unterschiedlichen Anforderungen genügen:

- Hoher **Qualitätsanspruch**
- **Wirtschaftlichkeit**
- **Arbeitsschutz**
- Geringe **Umweltauswirkungen**
- Einfache **Bedienbarkeit**
- Optimale **Einbindung in den Fertigungsprozess**
- **Service und Betreuung** durch den Lieferanten

Angesichts der recht hohen Investitionsrisiken werden gerade die letzten Punkte immer wichtiger. So schön eine einzelne Maschine auch sein mag, sie muss in den gesamten Ablauf passen und von den Mitarbeitern optimal genutzt werden. **Die eingesetzte Maschinentechnik ist nur so gut, wie die Mitarbeiter in deren Umgang geschult werden.**

Da teure Maschinen selbst unabhängig von ihrer Nutzung hohe Fixkosten verursachen, gilt es, ihre optimale Auslastung sicherzustellen. Nur so lassen sich die hohen Kosten vernünftig auf die erbrachten Leistungen verteilen. **Der Verfügbarkeit der Maschinen kommt eine hohe Bedeutung zu** - sie kann nur über einen guten Service inklusive Betreuung gewährleistet werden.

Gerade im Schreinerhandwerk ist der Anspruch an die technologische Ausstattung vergleichsweise hoch. Um Investitionskosten einzusparen haben sich die meisten Betriebe inzwischen spezialisiert: **Man schafft nicht mehr alle Maschinen selbst an, sondern kooperiert und kauft bestimmte Leistungen gezielt ein.**

Jeder Betrieb ist ein Baustein im Netz der Wertschöpfung und jeder Betriebsinhaber muss im Hinblick auf seinen Markt optimal planen. Daher stellt dieser Bereich wesentliche Technologien des Schreinerhandwerks vor und erläutert deren arbeits- und umweltschutztechnische Relevanz.

Aufgrund des vielfältigen dynamischen Wandels gilt es heute für jeden Betrieb, sich regelmäßig über die aktuellen Entwicklungen in seinem Bereich zu informieren und bei Bedarf **die technologische Beratung durch den Fachverband des Schreinerhandwerks** einzuholen.

Fertigung

In der Fertigung werden alle Teile vorbereitet, damit sie in der Oberfläche behandelt und danach im Bankraum zusammengebaut und beim Kunden montiert werden können. Aus den jeweiligen Lagern werden die Rohplatten bzw. Bohlen entnommen, zugeschnitten, formatiert und bearbeitet.

Die meisten Standardmaschinen im Schreinerbereich weisen hohe Drehzahlen und Werkzeuggeschwindigkeiten auf. **Die Mitarbeiter müssen besonders geschult werden, um die damit verbundenen Arbeitsgefahren so gering wie möglich zu halten. Betriebsanweisungen erleichtern einen sicheren Umgang mit den Maschinen.** Durch die Entwicklung der Sicherungstechnik konnte das Unfallgeschehen in diesem Bereich deutlich verringert werden. Der Schwerpunkt der Arbeitsunfälle liegt heute im Transport und auf der Baustelle.

Von den Maschinen geht allerdings weiterhin eine hohe **Lärmbelastung** aus. Zwar wurden auch hier einige maschinentechnische Fortschritte erzielt. Dennoch es bleibt es eine Notwendigkeit, die Lärmabstrahlung durch geeignete bauliche Maßnahmen so gering wie möglich zu halten und die Mitarbeiter durch Lärmschutzhilfen zu schützen. Näheres dazu kann im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Lärmschutz nachgelesen werden.

Neben der Absaugung benötigt der Maschinenbereich die meiste Energie. **Eine regelmäßige Wartung und scharfe Werkzeuge tragen dazu bei, den Stromverbrauch gering zu halten.**

Um sie nicht wieder hochfahren zu müssen lässt man aus Bequemlichkeit gelegentlich einzelne Maschinen (z.B. Kreissäge, Schleifmaschine, ...). länger laufen als nötig. Messungen ergaben aber, dass **es in der Regel sehr viel stromsparender ist, die Maschinen nur für den tatsächlichen Bedarf anzuschalten - von den Unfallrisiken einer laufenden, nicht betreuten Maschine einmal ganz abgesehen.**

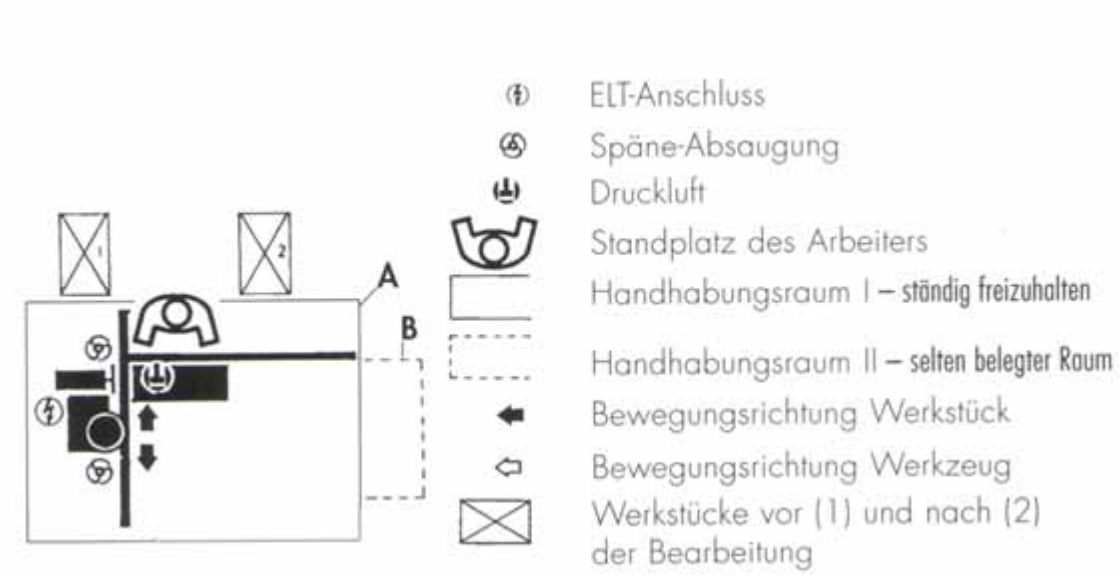
Platzbedarf für die Maschinen

Die für die konkrete Fertigung geplanten Arbeitsschritte bestimmen Anzahl und Art der Maschinen. Der erforderliche Platzbedarf für jede Maschine setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen:

- **Stellflächen** der Maschine
- **Freiräume** zur Handhabung der Maschine
- **Ablageflächen** für Werkstücke
- Optimale Einbindung in die **Transportwege**

Teilweise überschneiden sich die jeweiligen Flächen. Die folgende Grafik veranschaulicht das Beispiel einer Formatkreissäge:

Bild: Platzbedarf Formatkreissäge



Quelle: Unternehmerschulung Arbeitssicherheit, Teil 5 Planen von sicheren Betriebsabläufen, 5/2004

Die Räume für Mensch, Maschine und Werkstück können sich umso mehr überschneiden, je niedriger der Nutzungsgrad der Maschine ist. Bei der handwerklichen Fertigung liegt der Nutzungsgrad im Schnitt nur bei 10 - 20 %.

Staubbelastung

Bei der Zerspanung und Bearbeitung von Hölzern entstehen Holzstäube. Sie können die Gesundheit des Mitarbeiters belasten und beeinflussen die Qualität der Produkte. In der Beschreibung der einzelnen Maschinen werden Hinweise gegeben, in welchem Umfang die Maschinen technisch abgesaugt werden müssen, um eine ausreichende Stauberfassung sicherzustellen.

Zudem veröffentlicht die Holz-BG regelmäßig eine **Übersicht aller staubgeprüften Holzbearbeitungsmaschinen im Internet**. Für jeden Maschinentyp und Hersteller werden Angaben zu den vorhandenen Prüfzeugnissen zur Staubbelastung und Arbeitssicherheit gemacht.

Plattenbearbeitung

Der moderne Innenausbau ist ohne die Verarbeitung von Holzwerkstoffen kaum denkbar. Zwar haben sich im handwerklichen Bereich einige Betriebe auf die ausschließliche Verarbeitung von Massivholz spezialisiert. Im privaten Innenausbau ist dies allerdings nur im sehr gehobenen Niveau möglich. Im gewerblichen Bereich scheitert dies häufig an den funktionellen Anforderungen an die jeweiligen Einrichtungen.

Plattenwerkstoffe werden in großen Formaten von den ortsansässigen Händlern geliefert - eine direkte Anlieferung vom Plattenhersteller ist im Handwerk nicht üblich. Im einfachsten Fall werden die Platten dann mit einer Handkreissäge aufgeteilt. In der Regel kommen dafür aber **vertikale Plattenaufteilsägen** zum Einsatz. In größeren Betrieben hat sich die horizontale Variante etabliert.

Das eigentliche Formatieren erfolgt im Regelfall auf der **Formatkreissäge**. Sie ist sicherlich die wichtigste Maschine im Schreinerbetrieb und weist die höchsten Laufzeiten auf. Sie kommt für die Plattenbearbeitung ebenso zum Einsatz wie für das Besäumen und Ablängen von Massivholzteilen.

Vor der weiteren Bohr- und Fräsbearbeitung werden zugeschnittenen Platten mit Kanten belegt. **Kantenanleimmaschinen** gehören heute zur Standardausrüstung für im Innenausbau tätige Schreinerbetriebe.

Aufgrund des hohen Wettbewerbsdrucks haben sich auch hier viele Betriebe spezialisiert. Die Investitionen in programmgesteuerte Maschinen sind erheblich und lohnen sich nur bei guter Auslastung. Einzelne Plattenlieferanten bieten heute auch den Zuschnitt mit Kanten- und Fräsbearbeitung an. Insofern ist der Trend unverkennbar, **Standardausführungen von spezialisierten Herstellern zuzukaufen und sich auf die individuelle Ausgestaltung zu konzentrieren.**

Plattenaufteilsäge

Das Aufschneiden der Plattenformate erfolgt im Schreinerbetrieb über Plattenaufteilsägen. In der Mehrzahl handelt es sich dabei um vertikale Aufteilsägen, bei größerem Materialdurchsatz findet man in der Regel die horizontale Form.

Vertikale Plattenaufteilsäge

Gegenüber der horizontalen Variante benötigt die vertikale Plattenaufteilsäge wesentlich weniger Platz. Vor dem leicht schrägen Gestell für die Platte ist ein Laufwagen mit einem beweglichen Sägeaggregat angebracht. Das Gestell besteht aus vertikalen Holmen. Quer dazu befindet sich der Verschieberost. Er kann bei horizontalen Schnitten versetzt werden, um das Zersägen der Holzleisten zu vermeiden.

In mittlerer Höhe befindet sich eine Klappschiene auf der kleinere Platten formatiert werden können. Das Sägeaggregat ist beweglich gelagert und kann für vertikale und horizontale Schnitte arretiert werden.

Technik

Üblicherweise werden mit vertikalen Plattenaufteilsägen keine Fertigschnitte gemacht, d.h. die Platten müssen noch mit der Formatkreissäge nachformatiert werden. Um ein Ausreißen der Kanten durch das Hauptsägeblatt zu vermeiden sind neuere Modelle inzwischen mit einem **Vorritzaggregat** ausgerüstet.

Bild: Vorritzaggregat bei einer vertikalen Plattenaufteilsäge

Durch spezielle Zusatzaggregate werden **auch schräge Schritte** möglich. Das Aggregat wird auf dem Rahmen fixiert und ist stufenlos mit einer integrierten Mess-Skala verstellbar.

Bild: Schrägschnitte an einer vertikalen Plattenaufteilsäge

Auch vertikale Plattenaufteilsägen können mit **digitalen Anzeigeeinheiten** ausgestattet werden. Die Anschläge werden automatisch entsprechend den eingegebenen Maßen angefahren und das Sägeaggregat ausgerichtet. Dadurch können die Platten auf einen 1/10 Millimeter genau zugeschnitten werden. Alle Einstelldaten können als Datei abgespeichert und nach Bedarf abgerufen werden.

Wenn die Plattenaufteilsäge für Fertigschnitte ausgelegt ist, müssen die Platten zunächst besäumt werden, um eine saubere Kante zu bekommen. Damit die Platte nicht mehrfach gedreht werden muss, gibt es die automatische Zusatzfunktion, die Platte von unten um 50 mm anzuheben, über Vakuumsauger zu fixieren und zu besäumen. Danach wird sie wieder abgesenkt und kann weiterbearbeitet werden.

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	4 ... 5,5 ... 7,5
Drehzahlbereich 1/min	3000
Schalldruckpegel in dB(A)	77 - 88
Absauganschlüsse	120 mm
Absaugbedarf	820 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m plus Ablagefläche für Rohware Länge ca. 8,00 m

Horizontale Plattenaufteilsäge

Die horizontale Plattenaufteilsäge ermöglicht eine größere Leistung beim Aufteilen der Platten. Über Hebeeinrichtungen können die großen Platten aufgelegt und dann entsprechend dem eingegebenen Schnittprogramm automatisch aufgeteilt werden. Dazu senkt sich der Querbalken ab und fixiert die Platte, während das Sägeaggregat die Platte aufteilt.

Spannzangen greifen die Platte von hinten und verschieben sie quer zur Säge für den nächsten Schnitt.

Technik

Horizontale Plattenaufteilsägen sind in der Regel mit einem eigenen **Verschnittoptimierungsprogramm** ausgestattet. Alle eingegebenen Werkstücke können mit ihren Abmessungen auf die hinterlegten Plattenformate optimal angepasst werden.

Daneben ist es auch möglich, dass für jedes fertige Werkstück **Etiketten mit Barcode** ausgegeben werden. Dies ermöglicht zum einen eine gute Kontrolle der Stückzahl und kennzeichnet zum anderen die Platte für die weiteren Bearbeitungsschritte.

Die Aufteilung der Platten erfolgt besonders flexibel, wenn die **Spannzangen individuell positioniert** werden. Dadurch können gleichzeitig ganz unterschiedliche Schnitte erfolgen und die Leistung der Aufteilsäge wird deutlich erhöht.

Bild: Einzeln programmierbare Spannzangen

Größere Plattenaufteilsäge können bei entsprechendem Durchsatz auch bis zu 5 Platten gleichzeitig übereinander aufteilen.

Zusätzliche Ablagen für die Auftragsunterlagen erleichtern das Programmieren am Bildschirm.

Bild: Ablage für Auftragsunterlagen an der horizontalen Plattenaufteilsäge

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	7,5 ... 12
Vorschub	18 ... 100
Schalldruckpegel in dB(A)	80 - 82
Absauganschlüsse	Summe der Querschnitte aller Einzelanschlüsse muss dem Querschnitt des Hauptrohres entsprechen
Absaugbedarf	Sicherstellung einer Absauggeschwindigkeit von 20 m/s in allen Anschlussrohren
die Planung	Breite 5,00 - 8,00 m Länge 10,00 - 12,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Plattenaufteilsägen werden in die **Schalldruckpegel** eingeordnet. Das Risiko ist gering. Leichte Unfälle sind selten, schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmefällen zu erwarten.

- **Rückschlaggefahr** durch das aufsteigende Sägeblatt
- Belastung durch **Holzstaub**
- **geringe Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke** und Maschinenanschläge

Maßnahmen

Durch die **richtige Einstellung des Spaltkeils** wird die Rückschlaggefahr minimiert:

Bild: Spaltkeileinstellung zum Sägeblatt

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Die **Belastung durch Holzstaub** ist bei vertikalen Plattenaufteilsägen höher als bei horizontalen, da bei letzteren das Sägeblatt immer geschlossen geführt wird und der Mitarbeiter sich nicht im direkten Umfeld aufhält. Bei größerem Materialdurchsatz wird bei vertikalen Plattenaufteilsägen eine

zusätzliche Absaugung hinter der Werkstückauflage über eine Rückwandabsaugung mit einem weiteren Anschluss von 120 mm empfohlen.

Plattenreste sollten sofort in einem **geeigneten Resteregal** oder in einem entsprechenden Abfallcontainer entsorgt werden. Herumstehende Platten gefährden den Transport und bilden Stolperfallen.

Bild: Regal für Plattenreste

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die **Lärmbelastung** durch die Plattenaufteilsägen ist durch die Kapselung des Sägeblattes geringer als bei Formatkreissägen. **Lärmarme Sägeblatter tragen dazu bei, die Lärmbelastung weiter zu verringern**. Diese Sägeblätter sind so konzipiert, dass der hohe Pfeifton weitgehend vermieden wird.

Formatkreissäge

Die Formatkreissäge ist normalerweise die wichtigste Maschine im Schreinerbetrieb. Der große Schiebeschlitten mit Queranschlag unterscheidet sie von der einfacheren Tischkreissäge. Mit ihr werden die Platten auf das erforderliche Format zugeschnitten. Zusätzlich kann das Sägeblatt bis zu 45 ° geschwenkt werden, um z.B. Platten auf Gehrung zu schneiden. Durch das Einsetzen der Platten können auch Ausschnitte erzeugt werden.

Technik

Mit der Formatkreissäge werden Fertigschnitte gemacht, d.h. der Schnitt muss sehr sauber sein. Dazu haben die meisten Maschinen heute ein **Vorritzaggregat**, das als kleines Sägeblatt die Platte von unten anritzt, um ein Ausreißen der Kante durch das Hauptsägeblatt zu vermeiden.

Winkelschnitte werden mit einem Gehrungsanschlag ermöglicht. Dieser wird auf dem Schlitten aufgesteckt und kann entsprechend dem erforderlichen Winkel fixiert werden.

In der Standardversion werden alle Maschineneinstellungen manuell vorgenommen. Die Elektronik hat aus der Formatkreissäge inzwischen eine komplexe Maschine gemacht, mit deren Hilfe viele Maschineneinstellungen auch automatisch über Servomotoren angefahren werden können. Über **digitale Anzeigeeinheiten** können eingestellt werden:

- Höhe des Sägeblattes
- Anzeige des Schwenkwinkels
- Drehzahlanzeige
- Anzeige der Breiteneinstellung des Parallelanschlags
- Anzeige des Längenanschlags

Alle Einstelldaten können als Datei abgespeichert und nach Bedarf abgerufen werden.

Bild: Steuerelement Formatkreissäge

Eine **Laseranzeige** hilft, die Schnittfuge über die gesamte Länge des Bretts oder der Platte genau einzuschätzen. Das erleichtert und beschleunigt das Besäumen und trägt zu einer **besseren Materialausbeute** bei.

Inzwischen ist es auch möglich, die regelmäßig benötigten **Sägeblätter** gemeinsam mit dem für den Sägeblattwechsel erforderlichem Werkzeug waagrecht **in schmalen Schubladen** in der Maschine abzulegen.

Bild: Sägeblattschubladen bei der Formatkreissäge

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	4 ... 5,5 ... 11
Drehzahlbereich 1/min	2000 ... 3000 ... 6000
Schalldruckpegel in dB(A)	87 - 91
Absauganschlüsse	Oben: 80 mm Unten: 120 mm
Absaugbedarf	1.110 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 3,50 m Länge 8,00 - 10,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Formatkreissäge wird in die **Gefährdungsstufe II** eingeordnet. Dies bedeutet ein erhebliches Risiko, da häufig leichtere Unfälle und relativ selten schwere Unfälle vorkommen.

- **Rückschlaggefahr** durch das aufsteigende Sägeblatt
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzungen** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke** und Maschinenanschläge

Maßnahmen

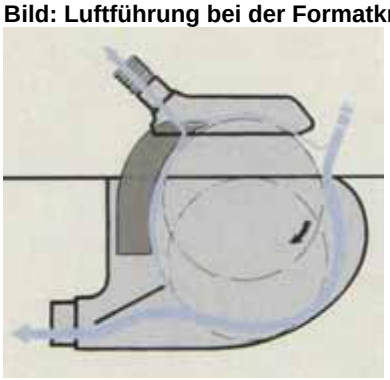
Durch die **richtige Einstellung des Spaltkeils** wird die Rückschlaggefahr minimiert:

Bild: Spaltkeileinstellung zum Sägeblatt

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Die **Belastung durch Holzstaub** kann durch eine wirksame Absaugung unter den **Arbeitsplatzgrenzwert** von 2 mg/m³ Holzstaub gesenkt werden. Die Lüftführung bei der Formatkreissäge wird durch das folgende Bild verdeutlicht:

Bild: Luftführung bei der Formatkreissäge



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Die obere Absaugung trägt ganz entscheidend dazu bei, den Holzstaub ausreichend zu erfassen und aus dem Atembereich des Mitarbeiters fern zu halten.

Bild: Obere Absaugung Formatkreissäge

Da der direkte Anschnitt durch das Absenken der oberen Absaughaube nur schlecht eingesehen werden kann, bleibt die Absaughaube häufig zu weit oben. Die **Laseranzeige** für die Schnittfuge kann dazu beitragen, dass die obere Absaughaube regelmäßig auf die Werkstückoberfläche abgesenkt wird.

Für das parallele Schneiden von Platten oder Leisten unter einer Breite von 120 mm muss immer ein Schiebestock verwendet werden. Er sollte griffbereit an der oberen Absaugung oder auf dem Breitanschlag fixiert werden können.

Bild: Schiebestock für schmale Werkstücke

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Herumliegende Restabschnitte gefährden den Mitarbeiter, da sie durch das Sägeblatt erfasst und weggeschleudert werden können. Die Sägeabschnitte gehören in einen Erfassungswagen, damit sie nicht die Transportwege beeinträchtigen zur Stolpergefahr werden.

Bild: Restecontainer an der Formatkreissäge

Quelle: Holz-BG, Unternehmerschulung Arbeitssicherheit, Heft 4, Ausgabe 05/2004

Die **Lärmbelastung** durch die Formatkreissäge ist verhältnismäßig hoch. Neben dem erforderlichen Gehörschutz für die Mitarbeiter tragen auch **lärmarme Sägeblatter dazu bei, die Belastung zu verringern**. Diese Sägeblätter sind so konzipiert, dass der hohe Pfeifton weitgehend vermieden werden kann.

Das **Auf- und Abbauen des Winkelanschlags** ist beschwerlich und belastet die Wirbelsäule. Ein **geeigneter Transportwagen** kann das Handling des Anschlags deutlich erleichtern.

Bild: Anschlagwagen für das Auf- und Abbauen des Winkelanschlages

Quelle: Bau- und Möbelschreiner, Ausgabe 11/02, S. 97

Kantenanleimmaschine

Kantenanleimmaschinen gehören heute zur Standardausrüstung für jeden Schreinerbetrieb, der im Innenausbau tätig ist. Dabei haben die dickeren Kanten mit typischerweise 1,8 mm die früher üblichen dünnen Melaminharzkanten fast vollständig verdrängt. Neben diesen Kunststoffkanten können auch Massivholzkanten bis zu 20 mm Stärke angefahren werden.

Durch die jeweiligen Aggregate werden die Kanten nachgearbeitet, auf Länge gekappt, gefast oder abgerundet.

Als Klebstoffe kommen in der Mehrzahl einfache Schmelzkleber in Granulatform aus Ethylenvinylacetat (EVA) zum Einsatz. Für gehobene Ansprüche werden auch Klebstoffe auf der Basis von Polyurethan (PUR) eingesetzt. Näheres zu den jeweiligen Klebstoffen findet sich auf der Seite Schreiner > Materialien > Klebstoffe > Schmelzkleber.

Technik

Die Kantenanleimmaschine gehört zu den Maschinen, die am meisten Wartung und Reparaturen benötigen. Die vielen Einstellmöglichkeiten führen häufig dazu, dass die Maschine fehlerhaft eingerichtet ist, vor allem wenn unterschiedliche Mitarbeiter die Maschine bedienen. Eine gute **speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)** kann dies weitestgehend vermeiden, da sich so alle relevanten Maschinenparameter abspeichern und wieder abrufen lassen.

Auch bei Kantenanleimmaschinen können mit einfachen Mitteln die **Auftragsunterlagen an der Maschine** befestigt werden, um die notwendigen Daten direkt verfügbar zu haben:

Bild: Anbringen der Auftragsunterlagen an der Kantenanleimmaschine

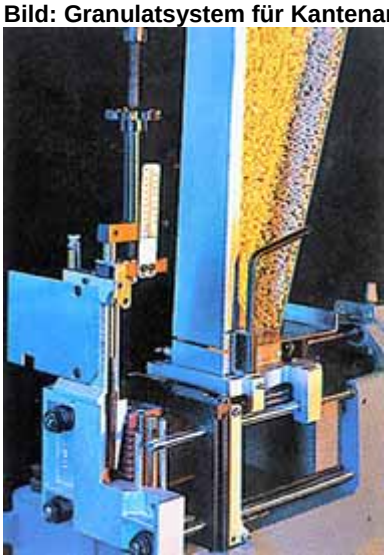
Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die Werkstücke werden in die Maschine eingeführt und dann automatisch entlang der verschiedenen Aggregate entlang transportiert. Dabei kommen **Rollen für den Oberdruck** zum Einsatz. Bei größeren Maschinen erfolgt der Transport durch einen **angetriebenen Keilriemen**. Dadurch können auch schmale Werkstücke unter einer Breite von 70 mm sicher geführt werden.

Inzwischen ist das **Vorfräsen** bei den meisten Maschinen als Standardaggregat üblich. Entsprechend der Stärke der anzuleimenden Kante wird das Werkstück zunächst abgefräst, bevor die Kante angeleimt wird. Somit wird eine bessere Kantenqualität erreicht, als dies mit einem Vorritzaggregat über eine Formatkreissäge möglich ist. Aufgrund der hohen punktuellen Belastung kommen hier zumeist Fräser aus Industriediamanten zum Einsatz.

Der Auftrag des Klebstoffes auf die Schmalfläche der Platte kann über eine Schwertdüse oder mit Hilfe von Walzen erfolgen. **Schwertdüsen** sind die einfachere und schnellere Methode. Bei Kleber-Patronen wird eine aus Schmelzkleber vorgefertigte Patrone gegen eine beheizte Schmelzwand gedrückt. Der verflüssigte Kleber wird dann über die Schwertdüse aufgebracht. Häufiger jedoch kommen Kleber-Granulate zum Einsatz. Die Leistung ist höher als bei Patronen-Systemen.

Bild: Granulatsystem für Kantenanleimmaschinen



Quelle: Technische Auswahlkriterien für Kantenanleimmaschinen, Landesfachverband Schreinerhandwerk BW, 2002

Beim **Walzenauftragssystem** fließt der aufgeschmolzene Kleber in eine sich ständig drehende Walze ein und wird beim Vorbeiführen der Trägerplatten auf diese aufgetragen.

Dünneres Kantenmaterial wird beim Walzenauftrag im Gleichlauf, dickeres Kantenmaterial (z.B. Massivholzkanten) im Gegenlauf angefahren.

Nachdem die Kanten angedrückt wurden, können folgende weiteren **Aggregate zu ihrer Bearbeitung** eingesetzt werden:

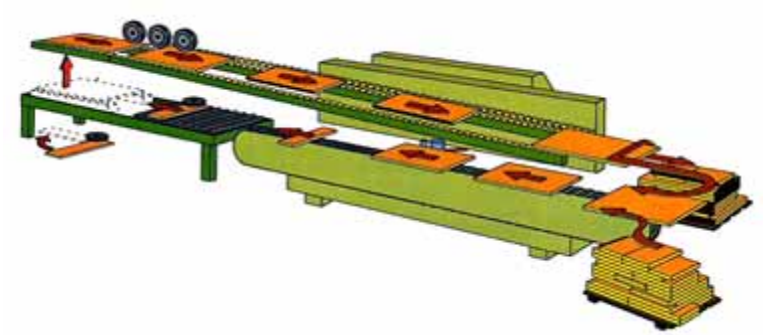
- **Kappsäge**
  Zum geraden Kappen der in Längsrichtung überstehenden Kanten. Diagonal mitlaufende Führungen der Kappsäge ermöglichen einen ziehenden Schnitt mit einer besseren Kantenqualität als parallele Systeme.
- **Bündigfräsen**
  Beim Bündigfräsen wird der Überstand der Kanten gegenüber der Trägerplatte eben gefräst. Je sauberer das Bündigfräsen eingestellt ist, desto weniger Nacharbeiten sind erforderlich, damit die Kante sauber in die Fläche übergeht. Nur eine regelmäßige Reinigung der Abtastung gewährleistet einen gleichmäßigen Betrieb.
- **Fasen- und Radiusfräsen**
  Zum Fasen- und Radiusfräsen werden Systeme benötigt, die zweiseitig tastend sind. Flächenseitig wird mit Abtastrollen und kantenseitig mit Tastschuhen gearbeitet. Damit können wie gewünscht die Kanten gerundet oder mit einer Fase versehen werden.
- **Eckenabrund- und Kopierfräsen**
  Damit können die Stirnkanten nachgearbeitet werden, um dort mit einem Profilfräser die Stirnkantenrundung durchzuführen.
- **Ziehklinge**
  Mit Hilfe der Ziehklinge wird die Fase oder der Radius nachgefahren und Kleber- oder Schmutzreste von der Platte entfernt. Dadurch kann die nachträgliche Reinigung und Nachbearbeitung der Kanten deutlich verringert werden.
- **Katenschleifaggregat**
  Das Kantenschleifaggregat kommt bei Massivholzkanten zum Einsatz. Es arbeitet mit einem pneumatisch betätigten Druckschuh, der über Endschalter ein- und aussetzt. Er arbeitet oszillierend, um so wenig wie möglich Schleifspuren zu hinterlassen.
- **Schwabbelaggregat**
  Durch das Schwabbelaggregat wird die Oberfläche poliert, um feinste Bearbeitungsspuren zu entfernen. Je nach Kantenart müssen unterschiedliche Schwabbelscheiben eingesetzt werden. Auch das Schwabbelaggregat sollte oszillierend arbeiten, um keine Spuren zu hinterlassen.

Bild: Schwabbelaggregat bei einer Kantenanleimmaschine

Quelle: Technische Auswahlkriterien für Kantenanleimmaschinen, Landesfachverband Schreinerhandwerk BW, 2002

Bei regelmäßiger Nutzung der Kantenanleimmaschine wird es interessant, die **Werkstücke automatisch wieder zum Bearbeiter zurückzuführen**. Dadurch kann die Produktivität der Maschine deutlich gesteigert werden.

Bild: Werkstückrückführung an einer Kantenanleimmaschine



Quelle: Technische Auswahlkriterien für Kantenanleimmaschinen, Landesfachverband Schreinerhandwerk BW, 2002

Die Aufbewahrung von Kanten ist in vielen Betrieben nicht gut gelöst. Die Übersicht angesichts vieler Reste geht schnell verloren. Deshalb ist es zu empfehlen, **Dekorkanten nur kommissionsbezogen zu bestellen**. Die Längen werden dann relativ genau zugeschnitten, sodass nur wenige Meter als Reserve übrig bleiben und somit weniger Kantenreste zu bevorraten sind.

Daneben bietet eine gute, übersichtliche Lagerung der Kantenrollen die Möglichkeit, die Kantenreste zielgerichtet aufzubrauchen und schnell zu finden. Bei dem im Bild dargestellten Kantenmagazin werden die Platten mit den Kantenrollen aus dem Magazin direkt an der Maschine auf den Drehzapfen gesetzt und stehen für die Verarbeitung bereit.

Bild: Kantenaufbewahrung

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Der Landesfachverband Schreinerhandwerk BW hat eine spezielle Broschüre zu Kantenanleimmaschinen herausgebracht, aus der alle wesentlichen technischen Details hervorgehen.

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	4 ... **6** ... 8
Vorschubgeschwindigkeit in m/min	25 ... **40** ... 100
Schalldruckpegel in dB(A)	73
Absaugbedarf	Sicherstellung einer Mindestluftgeschwindigkeit von 12 m/s in den einzelnen Absauganschlüssen
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 3,00 Länge 6,00 - 20,00 m je nach Maschine

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Kantenanleimmaschinen werden in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Das Risiko ist gering. Leichte Unfälle sind selten, schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmefällen zu erwarten.

- **Verbrennen** beim Einfüllen des Klebegranulats
- **Verletzungen** oder Quetschungen beim Zugriff in die **laufenden Aggregate**
- **Quetschungen** beim Einfädeln von Kanten in die **Kantenzuführung**

Maßnahmen

Um Verbrennungen am Leimbehälter zu verhindern, sollten bei Arbeiten am Leimbehälter immer Schutzhandschuhe getragen werden.

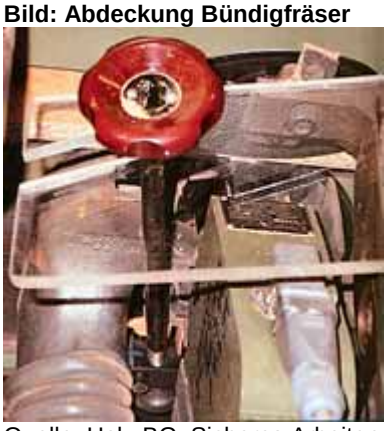
Durch eine **Abdeckung der Einzugsstelle über der Stachelwalze** wird das Quetschrisiko in diesem Bereich vermieden.

Bild: Abdeckung Einzugswalze

Quelle. Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Kantenanleimmaschinen, Oktober 2000

Grundsätzlich müssen alle Aggregate voll gekapselt sein. Das verringert die von den Aggregaten ausgehende Lärmbelastung und verhindert unbeabsichtigte Berührungen im laufenden Betrieb. Gleichwohl ist es häufig erforderlich, für Einstell-, Entstör- und Nachstellarbeiten direkt an die Aggregate zu gelangen. Eine **Abdeckung des Bündigfräsers** verhindert Verletzungen beim Kontrollieren der Kantenqualität.

Bild: Abdeckung Bündigfräser



Quelle. Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Kantenanleimmaschinen, Oktober 2000

Beim **Entfernen von hängen gebliebenen Kantenresten** kann versehentlich das Kappaggregat ausgelöst werden und zu Verletzungen führen. Deshalb sollten Kantenreste immer mit einem Spänehaken entfernt werden.

Bild: Entfernen von Kantenresten mit einem Spänehaken

Quelle. Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Kantenanleimmaschinen, Oktober 2000

Die Staubbelastung ist an der Kantenanleimmaschine vergleichsweise gering. Bei Kunststoffkanten werden feste Späne erzeugt, lediglich beim Vorfräsen und beim Bündigfräsen von Massivholzkanten ergeben sich Staubbelastungen. Alle Aggregate müssen über soweit wie möglich umschließende Fänger für die Erfassung der Kantenspänen verfügen. Für jedes fräsende Aggregat muss eine Absaugung vorgesehen werden. Der Gesamtanschlussdurchmesser muss der Summe der Einzelanschlussquerschnitte entsprechen. In der handwerklichen Fertigung werden aber geringere Anforderungen an die **erforderliche Luftgeschwindigkeit** gestellt. Hier reichen normalerweise **12 m/s** aus anstelle der sonst erforderlichen 20 m/s.

Sofern PVC-Kanten verarbeitet werden, dürfen die abgesaugten Kantenreste nicht mit Holzspänen für die Holzfeuerung vermischt werden. PVC-Reste sind nicht für die Verbrennung zugelassen. Für deren Erfassung ist eine eigene Absaugung zu konzipieren.

Massivholzbearbeitung

Zur Massivholzbearbeitung gehören im Schreinerhandwerk viele **typische Standardmaschinen**. Zuschnitt, Besäumen, Abrichten und Hobeln sind in jedem Betrieb erforderlich. All diese Maschinen stellen zumeist eine erhebliche Lärmbelastung im Betrieb dar.

Das Ablängen erfolgt in der Regel mit **Pendelkreissägen oder Auslegersägemaschinen**. Zum Besäumen und auf Breite schneiden wird die **Formatkreissäge** eingesetzt.

Die **Abrichte** stellt die Basis für die weitere Bearbeitung dar. Sie gibt dem Werkstück eine plane Fläche und fräst einen rechten Winkel an. Darauf aufbauend kann dann mit der **Dickenhobelmaschine** die Dicke ausgehobelt werden.

In Kombination von Dickenhobelmaschine und Abrichte kommt der **Vierseiter** zum Einsatz. Spezialisierte Massivholzbetriebe wie Treppen- oder Fensterbauer setzen den Vierseiter zumeist als **Profilautomat** ein, um neben dem rechteckigen Querschnitt auch gleich ein Profil anzufräsen.

Gerade im Fensterbau gibt es für diesen Bereich spezialisierte Maschinen. Die damit verbundenen Investitionskosten haben dazu geführt, dass sich dort viele Betriebe fertigungstechnisch spezialisiert haben und andere Betriebe mit Fenstern und Haustüren beliefern. Auch im Leistenbereich gibt es eine enorme Vielfalt, die man von dafür spezialisierten Betrieben beziehen kann. **Wesentlich für den Erfolg des Schreiners ist es, diese Zukaufmöglichkeiten optimal mit den Produktwünschen des Kunden zu kombinieren, individuell anzupassen und zu ergänzen.**

Zuschnitt

Das Ablängen von Bohlen und Brettern erfolgt entweder mit einer Handkreissäge oder mit einer Pendelkreissägemaschine. Mit der etwas kleineren Variante, der Auslegerkreissägemaschine können auch Winkelschnitte vorgenommen werden. Sie kommt deshalb vor allem bei feineren Ablängarten für Leisten zum Einsatz. Das Besäumen und auf Breite schneiden erfolgt dann überwiegend mit der Formatkreissäge, im Einzelfall auch mit der horizontalen Plattenaufteilsäge.

Technik

Die Pendelsäge ist eine traditionelle Maschine in den Schreinerbetrieben, deren Technik sich in den letzten Jahren nicht wesentlich geändert hat.

Die Auslegerkreissäge gibt es in sehr unterschiedlichen Größen. Im Schreinerbetrieb dominiert die Variante zum Ablängen von schmaleren Teilen. In Zimmereibetrieben werden auch größere Aggregate eingesetzt, die dann automatisch angesteuert in einer Abbundanlage zum Einsatz kommen.

Für das Besäumen der Formatkreissäge gibt es besondere Zusatzeinrichtungen, um den Zuschnitt sicherer und genauer zu machen. In der einfachen Version kommt ein **Niederhalter für Bohlen auf dem Schlitten** zum Einsatz. Komfortabler ist das ganze mit einem zusätzlichen Spannzylinder.

Bild: Spanneinrichtung für Bohlen auf der Formatkreissäge

Da das Besäumen sehr kraftaufwändig ist, gibt es hier die Möglichkeit einen zusätzlichen **motorischen Antrieb** zu ergänzen, der auf Knopfdruck den Schlitten mit der eingespannten Bohle am Sägeblatt vorbeiführt.

Gerade für das Besäumen von Massivholzbrettern und -bohlen ist eine **Laseranzeige** sehr hilfreich. Das optimale Ausrichten der Bohle entscheidet über Qualität und Verschnitt.

Beim Zurichten der Bohlen und Bretter entsteht eine Menge von Holzresten, die für eine spätere Nutzung zwischengelagert wird. Die **Restelager sind häufig wenig übersichtlich und nur schweren nutzbar**. Im folgenden Beispiel sind die Fächer seitlich gut abgetrennt und nach vorne durch eine Leiste gesichert. Dadurch wird ein **Lagerbereich klar definiert**. Wenn der Platz nicht mehr reicht, muss aussortiert werden.

Bild: Holzrestelager

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Weitere Informationen rund um die Formatkreissäge können auf der Seite Schreiner > Technologien > Fertigung > Plattenbearbeitung > Formatkreissäge eingesehen werden.

Kennwerte Pendelkreissäge

Elektrische Leistung in kW	1,1 ... 3,5 ... 7,5
Schnittlänge in mm	650 - 900
Schalldruckpegel in dB(A)	89 - 94
Absauganschlüsse	120 mm
Absaugbedarf	820 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 8,00 - 10,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Arbeiten an der **Ausleger- und Pendelkreissäge** werden der **Gefährdungsstufe III** zugeordnet. Es kann selten zu leichten Unfällen und nur in extremen Ausnahmefällen zu schweren Unfällen kommen. Die **Belastung der Wirbelsäule** durch die Tragebelastung ist allerdings erheblich. Hierfür gilt die **Gefährdungsstufe II**, es kann häufiger zu leichten Unfällen kommen, schwere Unfälle sind relativ selten zu erwarten. Gleiches gilt für die Gefährdung beim Besäumen mit der **Formatkreissäge**. Als **wesentliche Gefährdungen** lassen sich benennen:

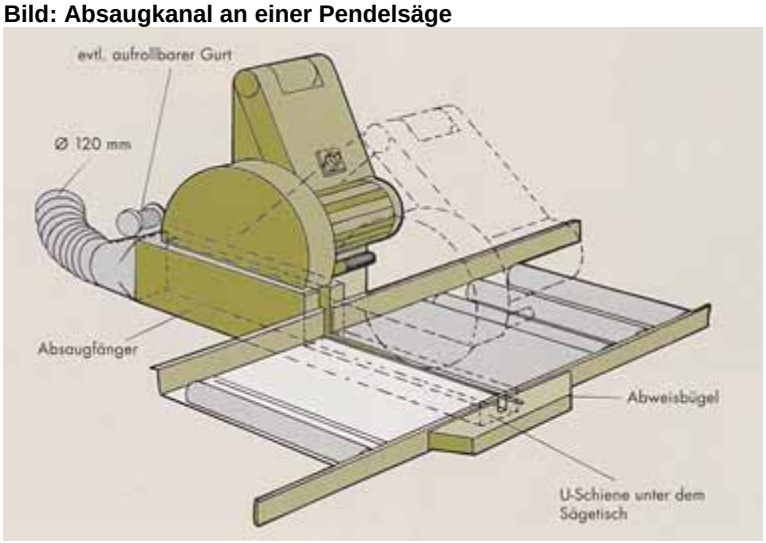
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke** und Maschinenanschläge

Maßnahmen

Bei Auslegerkreissägen wie auch bei Pendelsägen muss sichergestellt sein, dass **das Sägeaggregat selbsttätig in die Ausgangsstellung zurückgeht.** Das Sägeblatt muss dabei vollständig umschlossen sein, damit keine unabsichtlichen Berührungen möglich sind.

Die **Belastung durch Holzstaub** kann durch eine wirksame Absaugung unter den Gefährdungswert von 2 mg/m³ Holzstaub gesenkt werden. Dazu ist es erforderlich, dass die Säge in einem engen Kanal im Tisch geführt wird, der über die gesamte Länge hinweg nach hinten geschlossen ist. Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang. Bei älteren Modellen kann eine solche Absaugung für rund 150 Euro durch einen Schlosser ergänzt werden.

Bild: Absaugkanal an einer Pendelsäge



Quelle: Holz-BG, BGI 739 Holzstaub, August 2002

Die **Lärmbelastung** beim Zuschnitt ist recht hoch. Eine gute Dämmung reduziert sie erheblich.

Bild: Lärmdämmung an einer Pendelkreissäge

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeitssicherheit/Gesundheitsschutz in Schreinereien, April 2001

Das **Hantieren mit schweren Bohlen** und Brettern führt zu einer starken Belastung der Wirbelsäule. Hier sind **Vakuum-Hebeeinrichtungen** hilfreich.

Bild: Vakuum-Hebeeinrichtung Massivholzbohle

Wenn die Bohlen vom Lager in die Werkstatt transportiert werden müssen, um dort mit der Ablängsäge bearbeitet zu werden, sollte ein **stabiler Wagen** den Transport erleichtern.

Bild. Transportwagen Bohlen und Bretter

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Abrichte

Mit der Abrichte können plane Flächen erzeugt werden. Sie besteht aus einem Aufgabe- und einem Abnahmetisch, deren Höhe gegeneinander genau eingestellt werden kann. Die dazwischen liegende Messerwelle egalisiert die Werkstückoberfläche.

Mit dem Anschlag können rechte Winkel angefräst werden. Der Anschlag kann bis zu 45 ° geneigt werden, um entsprechende Schrägen zu erzeugen.

Technik

Die Abrichte gehört zu den Standardmaschinen in jedem Schreinerbetrieb. Ihre Technik hat sich in den letzten Jahren kaum geändert.

Das Wechseln der Hobelmesser kann mit einer speziellen **Tersa-Messerwelle** deutlich vereinfacht werden. Die Tersa-Messer bestehen aus einem schmalen Messerstreifen aus Hartmetall, der von der Seite in ein Profil eingeschoben wird. Durch die Fliehkraft werden die Messer nach außen gedrückt und so auf einem gemeinsamen Messerradius gehalten. Der Zeitaufwand für das Wechseln der Messer sinkt um mehr als 50 %.

Bild: Prinzip Tersa-Messerwelle

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	2,2 ... **3,0** ... 5,5
Arbeitsbreite	410 - 630 mm
Schalldruckpegel in dB(A)	90 - 91
Absauganschlüsse	140 mm
Absaugbedarf	1.110 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 5,00 - 6,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Abrichte wird in die **Gefährdungsstufe I** eingeordnet. Es passieren an der Maschine häufig leichtere Unfälle und auch relativ oft schwere Unfälle. Die Gefährdungen lassen sich wie folgt beschreiben:

- **hohes Risiko der Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Der Schutz der Hände vor unbeabsichtigter Berührung mit der rotierenden Messerwelle ist die wichtigste Schutzmaßnahme. Hierfür sollten die Mitarbeiter regelmäßig **unterwiesen** werden, um das hohe Unfallrisiko zu minimieren. Auf dem Bild ist oben links ein Gliederschwingschutz zu erkennen, der die Messerwelle von selbst abdeckt. Die Gliederkette oben rechts muss manuell jeweils auf die richtige Abdeckung eingestellt werden. Die in den unteren Bildern dargestellte Schutzbrücke deckt die Messerwelle ab und unterstützt den Bearbeiter beim Anfräsen des Winkels.

Bild: Abdeckmöglichkeiten der Messerwelle an der Abrichte

Quelle: Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Abrichthobelmaschinen, März 1996

Das Fügen von schmalen Leisten ist besonders gefährlich. Hierfür ist immer der Hilfsanschlag vorzuklappen (s. Bild oben rechts), um mit der Hand die Leiste gefahrlos niederdrücken zu können.

Die **Holzstaubbelastung ist bei Abrichthobelmaschinen vergleichsweise gering,** da die erzeugten Späne wenig Feinanteile enthalten. Sie sind schwer und werden gut durch die unten liegende Absaugung erfasst.

Abrichthobelmaschinen sind sehr laut. Dies wird bei den neueren Maschinen dadurch verringert, dass die **Stahllippen der beiden Tische zur Messerwelle hin kammartig** ausgebildet sind. Zusätzlich haben sich **Spiralmesser** bewährt, um die Lärmbelastung zu verringern.

Bild: Spiralmesser zur Lärmreduzierung

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien, April 2001

Dickenhobelmaschine

Nachdem die Werkstücke mit der Abrichte plan und winklig gefräst worden sind, werden sie mit der Hobelmaschine auf die gewünschte Dicke oder Breite gehobelt. Über eine geriffelte Einzugswalze werden die Werkstücke erfasst und unter der Hobelmesserwelle durchgeführt.

Technik

Die Hobelmaschine ist eine Standardmaschine, deren Technik sich in den letzten Jahren wenig weiterentwickelt hat.

Für das **Hobeln schräger Flächen** werden Schablonen verwendet.

Bild: Schablone für das schräge Abhobeln in der Hobelmaschine

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien, April 2001

Das Wechseln der Hobelmesser kann mit einer speziellen **Tersa-Messerwelle** deutlich vereinfacht werden. Die Tersa-Messer bestehen aus einem schmalen Messerstreifen aus Hartmetall, der von der Seite in ein Profil eingeschoben wird. Durch die Fliehkraft werden die Messer nach außen gedrückt und so auf einem gemeinsamen Messerradius gehalten. Der Zeitaufwand für das Wechseln der Messer sinkt um mehr als 50 %.

Bild: Prinzip Tersa-Messerwelle

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	2,6 ... 4,5 ... 7,5 kW
Hobelbreite	400 ... 630 ... 900 mm
Schalldruckpegel in dB(A)	80 - 92
Absauganschlüsse	140 mm bis Hobelbreite kleiner 63 cm 160 mm ab Hobelbreite größer 63 cm
Absaugbedarf	1.110 m³/h bei 140 mm 1.450 m³/h bei 160 mm
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 4,00 - 6,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

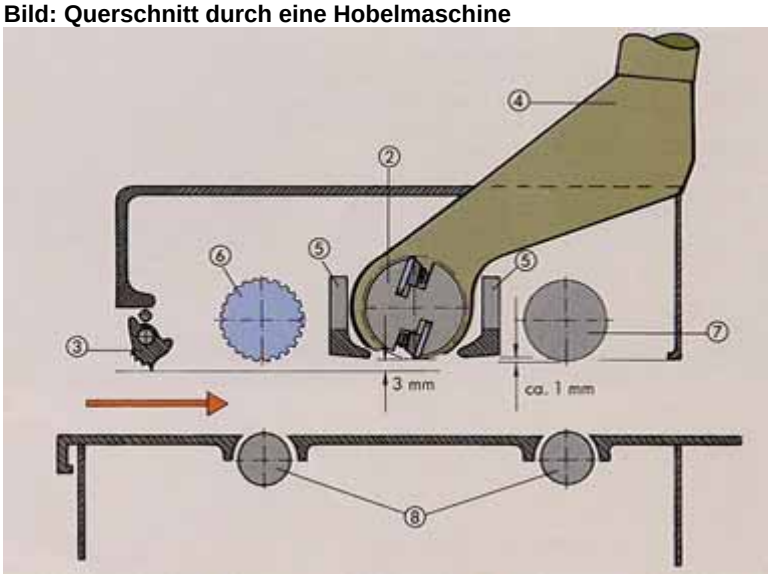
Die Hobelmaschine wird in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Es passieren selten leichte Unfälle, schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmen. Als wesentliche Gefährdungen können genannt werden:

- **Verletzungsrisiko** durch rückschlagende Werkstücke
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Die Rückschlagsicherung besteht aus schmalen Greifarmen, die nebeneinander die gesamte Breite des Aufgabebereichs abdecken (Im Bild Nr. 3). **Die Greifer sind stets scharf und gängig zu halten.**

Bild: Querschnitt durch eine Hobelmaschine



Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreiner, April 2001

Gerade Hobelmaschinen sind mir ihrem hohen Ton eine erhebliche Lärmbelastung in der Werkstatt. Maschinen neueren Datums werden inzwischen wesentlich besser gedämmt und sind mit alten Maschinen nicht zu vergleichen. **Eine nachträgliche Auskleidung der oberen Abdeckung mit lärmabsorbierender Verkleidung kann bei alten Maschinen die Lärmbelastung verringern.**

Vierseiter

Der Vierseiter kombiniert die Abrichte und Dickenhobelmaschine. Über einen Aufgabetisch wird zunächst eine plane Fläche des Werkstücks erzeugt, bevor es dann mit weiteren Werkzeugspindeln rechteckig ausgehobelt wird. Wenn über diese vier Spindeln weitere Werkzeugaggregate vorhanden sind, um bestimmte Profile anzufräsen, spricht man von einem

Profilautomat. Beispiele für solche Profile sind bei der Fensterfertigung das Profil der Flügel oder Rahmen und bei Leisten oder Dielen das gewünschte Querschnittsprofil.

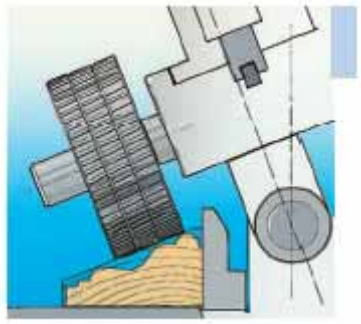
Mit Hilfe von geriffelten Walzen wird das Werkstück über die einzelnen Aggregate geführt. Ein zusätzlicher seitlicher Vorschub mit einem umlaufenden Transportriemen überbrückt den Walzenabstand und erlaubt so auch das Transportieren kürzerer Teile.

Technik

Die Oberflächengüte beim Vierseiter hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit und Geschwindigkeit der verwendeten Werkzeuge ab. Die einzelnen Messerköpfe sind mindestens mit jeweils zwei Werkzeugmessern bestückt. Schon kleinste Abweichungen im Flugkreis führen zu ungleichmäßigen Hobelschlägen. Mit einer extrem genauen Abziehvorrichtung wird bei laufendem Werkzeug ein weicher Silizium-Carbid-Stein über die Werkzeugschneiden geführt und im Flugkreis ausgerichtet. Dieses Abrichten der Werkzeuge wird als **Jointen** bezeichnet und ist vor allem in der Serienfertigung von Leisten erforderlich. Neuartige Messerköpfe können in die Werkzeugaufnahme gesteckt und **per Knopfdruck fixiert** werden. Sie erreichen damit eine vergleichbare Rundlaufgenauigkeit und ersparen das Jointen an den verschiedenen Werkzeugspindeln.

Um auch leicht krumme Werkstücke sicher zu profilieren wird ein **Nutbettfräser** vor der eigentlichen Abrichtwelle eingesetzt. Dieser besteht aus mehreren nebeneinander liegenden Nutfräsern. Dadurch werden dem Werkstück die Spannungen genommen und es lässt sich sicher im Vorschub transportieren. Zur besseren Ausnutzung von schräg zugeschnittenem Rohmaterial kann der **Vorschub um bis 30 ° geschwenkt** werden. Dadurch wird die Materialausbeute je nach Leistenprofil deutlich verbessert.

Bild: Schwenkbarer Vorschub beim Vierseiter



Die jeweilige **Maschineneinstellung kann per Knopfdruck gespeichert** werden. Damit stehen spezielle Profileinstellungen als Programm jederzeit für Verfügung, wodurch die Rüstzeiten deutlich gesenkt werden können.

Bei einer Serienfertigung muss am Auslauf immer eine Person zur Abnahme der fertig profilierten Leisten stehen. Bei Kleinserien empfiehlt es sich, eine **Abnahmevorrichtung** einzusetzen. Die im Bild dargestellte Vorrichtung ist im Auslauf schräg angeordnet, sodass die herauskommenden Leisten zur Seite gedrückt und auf der schiefen Ebene gesammelt werden.

Bild: Auslaufvorrichtung Vierseiter

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW je Spindel	4 ... 5,5 ... 11
Anzahl Werkzeugspindeln	4 - 8
Drehzahlbereich 1/min	4 000 - 12 000
Minimaler Querschnitt in mm	13 x 6
Maximaler Querschnitt in mm	230 x 120
Vorschub in m/min	5 - 36
Schalldruckpegel in dB(A)	85 - 90
Absauganschlüsse	min. 120 mm je Aggregat
Absaugbedarf	820 m³/h je Aggregat
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 6,00 - 10,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Der Vierseiter wird in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Leichte Unfälle sind selten, schwere Unfälle nur in besonderen Ausnahmefällen zu erwarten. Die wesentlichen Gefährdungen lassen sich wie folgt beschreiben:

- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug beim Einrichten oder Entstören
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Der Vierseiter hat einen großen Absaugbedarf. Je nach Anzahl der Spindeln kommen hier schnell 3.500 - 7.000 m³/h zusammen. **Der Gesamtanschlussquerschnitt muss der Summe der Einzelanschlussquerschnitte entsprechen.** Eine wirksame Absaugung ist nicht nur zur Verminderung der Holzstaubbelastung wichtig. Auch aus Qualitätsgründen gilt es, möglichst alle Späne und Stäube vom Werkstück zu entfernen. **Die Spänefänger sollten dabei so eng wie möglich an das rotierende Werkzeug herangeführt werden können.** Entsprechende Zusatzeinrichtungen ermöglichen eine optimale Anpassung.

Bild: Anpassung der Absaughaube an den Werkzeugdurchmesser

Die Werkzeugaggregate moderner Vierseiter sind weitestgehend gekapselt. Dadurch wird die **Lärmbelastung** deutlich verringert.

Zur **Vermeidung von Schnittverletzungen** beim laufenden Betrieb ist sicherzustellen, dass die Werkzeuge durch die Schutzeinrichtungen soweit wie möglich verdeckt werden. So kann bei Kontrollen oder Entstörungen im laufenden Betrieb die Berührung mit dem Werkzeug vermieden werden.

Fräsbearbeitung

Durch das Fräsen erhält das Werkstück seine besondere Form und Gestalt. Hier zeigt sich die besondere handwerkliche Qualifikation. Die Fräs- und Bohrbearbeitung legt zudem die Verbindungen fest, um aus den Einzelteilen ein komplettes Möbel oder Fenster entstehen zu lassen.

Traditionell geschieht dies vor allem mit der **Tischfräse**. Sie wird heute in ihrer Funktionalität durch viele elektronische Zusatzaggregate erheblich erweitert. Durch das Hantieren in der unmittelbaren Einwirkung des Werkzeuges ist sie allerdings auch ein besonderer Gefahrenpunkt in der Werkstatt.

Die Integration von Bohr- und Fräsaggregaten erfolgt im **CNC-Bearbeitungszentrum**. Darüber hinaus können weitere Funktionen wie Sägen, Nuten, Stemmen, Messen oder Kanten aufbringen in ein solches Bearbeitungszentrum erfolgen. Der erhebliche Finanzbedarf für die Investition in eine derart aufwändige Maschine erfordert eine besondere Planung und Organisation. Der hohe Leistungsstand einer CNC-Maschine muss in die Arbeitsvorbereitung integriert und durch entsprechend qualifizierte Mitarbeiter abgerufen werden.

Hier bieten sich **neue Formen der Zusammenarbeit** zwischen Betrieben an, um die Auslastung zu verbessern und das Investitionsrisiko zu verringern. Interessante Kooperations- und Netzwerkansätze zeigen, dass nicht jeder Betrieb alle Maschine haben muss. Jeder einzelne Betrieb muss sich auf sein

Know-how konzentrieren und wissen, wo und mit wem er am besten die geforderte Leistung erbringen kann.

Tischfräse

Die Tischfräse ist eine der wichtigsten Maschinen im Schreinerbetrieb. Sie besitzt eine Werkzeugspindel mit der die Kanten bearbeitet werden können. Sie kommt vorwiegend bei der Bearbeitung von Massivholz zum Einsatz. Die Vielzahl der unterschiedlichen Werkzeuge ermöglichen Profilfräsen, Nuten, Sägen oder Fügen.

Die Werkstücke werden manuell oder mit einem Vorschubapparat an der Werkzeugspindel vorbeigeführt. In Fensterbaubetrieben sind die Tischfräsen auch mit einem Querschlitten ausgestattet, um stirnseitig ein Zapfen- oder Schlitzprofil anfräsen zu können.

Technik

Für die **Güte der Oberfläche** ist die Genauigkeit der Werkzeugeinstellung ebenso wichtig wie die genaue Ausrichtung der beiden Anschlaghälften links und rechts von der Werkzeugspindel. Besondere **Gliedereinsätze erleichtern eine durchgängige Führung** des Werkstücks.

Bild: Gliederführung bei der Tischfräse

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Für besonders lange Teile kann die **Auflagefläche nach beiden Seiten verlängert** werden. Bei einigen Modellen wird zur Verbesserung des Transports automatisch ein Gleitmittel zugeführt.

Bild: Auflageverlängerung Tischfräse

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft/Lemgo

Das Werkzeug muss genau eingemessen werden. Im obigen Bild ist die dafür erforderliche Lehre gleich griffbereit angebracht worden. Moderne Tischfräsen haben häufig keine Spindel mehr, sondern eine **Werkzeugaufnahme** ähnlich wie bei einer CNC-Maschine. Diese Steilkegelaufnahmen sind fix mit bestimmten Werkzeugen bestückt und können einfach ausgetauscht werden. Dadurch wird die Rüstzeit wesentlich verkürzt.

Die **Spindel selbst kann nach vorne oder hinten um bis 50 ° geschwenkt** werden. Dadurch werden die Möglichkeiten der Profilierung deutlich erweitert. Eine Digitalanzeige ist sehr hilfreich. Die Maschine kann die erforderliche Änderung der Werkzeugtiefe automatisch korrigieren.

Das Werkzeug muss gegenüber dem Auflagetisch möglichst abgedichtet werden. Im einfachsten Fall geschieht dies durch Einlegeringe entsprechend dem Werkzeugdurchmesser. Über **konische Ringe** ist dies auch motorisch nachstellbar.

Auch bei der Tischfräse lassen sich **alle Werkzeugeinstellungen als Programm hinterlegen**, um die jeweilige Profileinstellung jederzeit wieder aufrufen zu können.

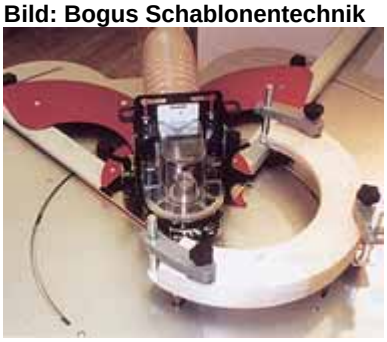
Das Fräsen gebogener Werkstücke setzt das Anfertigen von Schablonen voraus. Entlang dieser Schablonen wird die Außenkontur am Anlaufring nachgefräst. Ein **flexibles Lineal zum Aufschrauben** kann jedoch die Herstellung derartiger Schablonen in vielen Fällen ersparen. Das Lineal wird in die erforderliche Kontur gebracht und mit Spax-Schrauben auf dem Werkstück befestigt. Damit steht es als Führung am Anlaufring zur Verfügung.

Bild: Kurvenfräsen mit kuvenlinfix

Quelle: Firma Protus/Walsrode

Für kreisförmig gebogene Teile gibt es die Möglichkeit, den erforderlichen Bogen mit einer Spezialschablone zu erzeugen. Damit können sehr **schnell unterschiedliche Kurvenradien** eingestellt und als Führung für die Werkstücke verwendet werden. Die Schablone ersetzt den Anlaufring an der Fräse und kann Innendurchmesser ab 150 mm bzw. Außendurchmesser ab 350 mm erzeugen.

Bild: Bogus Schablonentechnik



Quelle. Firma Protus/Walsrode

Die **Aufbewahrung der Werkzeuge** ist in den Betrieben oft verbesserungswürdig. Dabei haben sich mobile Werkzeugwagen bewährt, insbesondere wenn mehrere Tischfräsen zu bestücken sind. Beispielhaft ist hier ein **Werkzeugwagen** für die Werkzeuge der Tischfräse und Formatkreissäge dargestellt:

Bild: Werkzeugwagen für Tischfräsen/Formatkreissäge

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	5 ... 7,5 ... 9,5
Drehzahlbereich 1/min	3000 - 9000
Schalldruckpegel in dB(A)	84 - 88
Absauganschlüsse	Oben: 120 mm Unten: 100 mm
Absaugbedarf	1.450 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 5,00 - 7,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Tischfräse wird in die **Gefährdungsstufe I** eingeordnet. Es gibt häufig kleinere Unfälle sowie relativ oft schwere Unfälle. Die wesentlichen Gefährdungen ergeben sich wie folgt:

- **Rückschlaggefahr** durch das Werkzeug
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Für die Tischfräse dürfen nur **Fräswerkzeuge, die ausdrücklich für "Handvorschub" zugelassen** sind, zum Einsatz kommen. Diese Werkzeuge sind auf eine maximale Spandicke von 1,1 mm begrenzt und reduzieren damit deutlich das Rückschlagrisiko. **Dies gilt auch beim Fräsen mit Hilfe des Vorschubapparats!**

Zur Optimierung der Absaugung ist es erforderlich, dass die **Absaughaube strömungstechnisch sinnvoll** ausgelegt ist. Späne und Staub sollten möglichst ohne Ecken und Kanten dem Absaugrohr zugeführt werden.

Bild: Absaugwirkung an der Tischfräse

Quelle: Holz-BG, Sonderdruck Holzstaub

Eine **zusätzliche untere Absaugung zu der oberen Absaugung** trägt deutlich zur Senkung der Staubbelastung bei. Bei neueren Maschinen ist dies Standard, bei älteren kann im Einzelfall auch nachgerüstet werden. Daraus ergibt sich ein Gesamtanschluss von 160 mm Durchmesser für Tischfräsen.

Für Fräsen am Anlaufring sollte ein **absaugbarer Fräsanschlag** verwendet werden, der einerseits die Berührung mit dem Werkzeug verhindert und andererseits die Späne der Absaugung zuführt.

Bild: Bogenfräsanschlag mit Absaugung

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinerein, April 2001

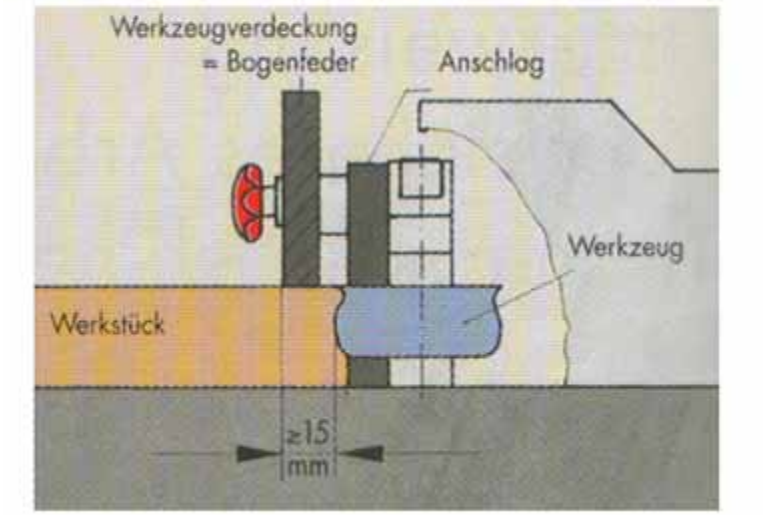
Beim **Fräsen profilierter Leisten** wird häufig ein erheblicher Teil der Späne nicht durch die Absaughaube erfasst und nach rechts ins Freie abgeführt. Die hier dargestellte Zusatzhaube ist mit einem zum Tisch abschließenden Fängerteil ausgeführt, das beim Durchschieben der Leisten noch oben wegklappt und mittels Federdruck aufliegt. Die Fängergestaltung ist teilweise mit Plexiglas ausgestattet, um die Einsicht in den Zwischenraum zum Vorschubapparat hin zu gewährleisten.

Bild: Spezielle Fängervorrichtung beim Absaugen profilierter Leisten

Quelle: Holz-Info, Holz-BG, Ausgabe Januar 2005

Das Werkstück wird mit der Hand unmittelbar am rotierenden Werkzeug vorbei geschoben. Dadurch ergeben sich immer wieder schwere Arbeitsunfälle. **Durch zusätzliche Abdeckungen sollte die Berührung des Werkzeuges weitestgehend ausgeschlossen werden.**

Bild: Werkzeugverdeckung Tischfräse



Quelle: Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Tischfräsmaschinen, März 1996

Soweit wie möglich ist zudem der Vorschubapparat einzusetzen - auch beim Probefräsen - um die Möglichkeit eines Arbeitsunfalls weitestgehend auszuschließen. Mit ihm wird das Werkstück automatisch am Werkzeug mit konstanter Geschwindigkeit und gleichmäßigem Andruck vorbeigeführt.

Bild: Vorschubapparat Tischfräse

Quelle: Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Tischfräsmaschinen, März 1996

Die **Lärmbelastung** lässt sich werkzeugtechnisch nicht wesentlich beeinflussen. Gerade größere Profile sind häufig deutlich lauter als geschlossene Standardwerkzeuge. Hier ist man auf die persönliche Schutzausrüstung angewiesen.

CNC-Maschine

CNC-Bearbeitungszentren halten langsam auch im Schreinerhandwerk Einzug. Sie sind sehr komplexe Maschinen, da hier viele Aggregate zusammenwirken, die alle durch ein Programm angesteuert werden. Die CNC-Technik lässt sich direkt mit der Konstruktionsabteilung verbinden. Aus der CAD-Anwendung heraus können Programme für die CNC-Maschine entwickelt und direkt zur Maschine übertragen werden.

Notwendigkeit

Als wesentliche **Vorteile** von CNC-Bearbeitungszentren können genannt werden:

- Deutliche **Reduzierung der Rüstzeiten**
- Starke **Integration** verschiedener Einzelbearbeitungen,
- **Reduzierung des Handlingaufwandes** der Werkstücke und weniger Zwischenlager
- Schnellere **Durchlaufzeiten**
- Hohe **Wiederholgenauigkeit**
- **Keine aufwändige Schablonenherstellung** für gebogene Teile

Die wesentlichen **Nachteile** sind:

- Hohe **Anschaffungskosten**
- Erhöhter **Qualifizierungsbedarf** für das Personal
- Stärkere **Spezialisierung** der Mitarbeiter
- Erheblicher **Platzbedarf**
- Großer **Luftbedarf** für die Absaugung

Eine CNC-Maschine wird nur dort sinnvoll eingesetzt, wo die **nötige Infrastruktur** dafür vorhanden ist. Dies lässt sich wie folgt beschreiben:

1. Qualifiziertes **Personal**
2. Geeignete **Absaugung**
3. Ausreichende **Auslastung**
4. Einbindung der spezifischen CNC-Möglichkeiten in die **Arbeitsvorbereitung**

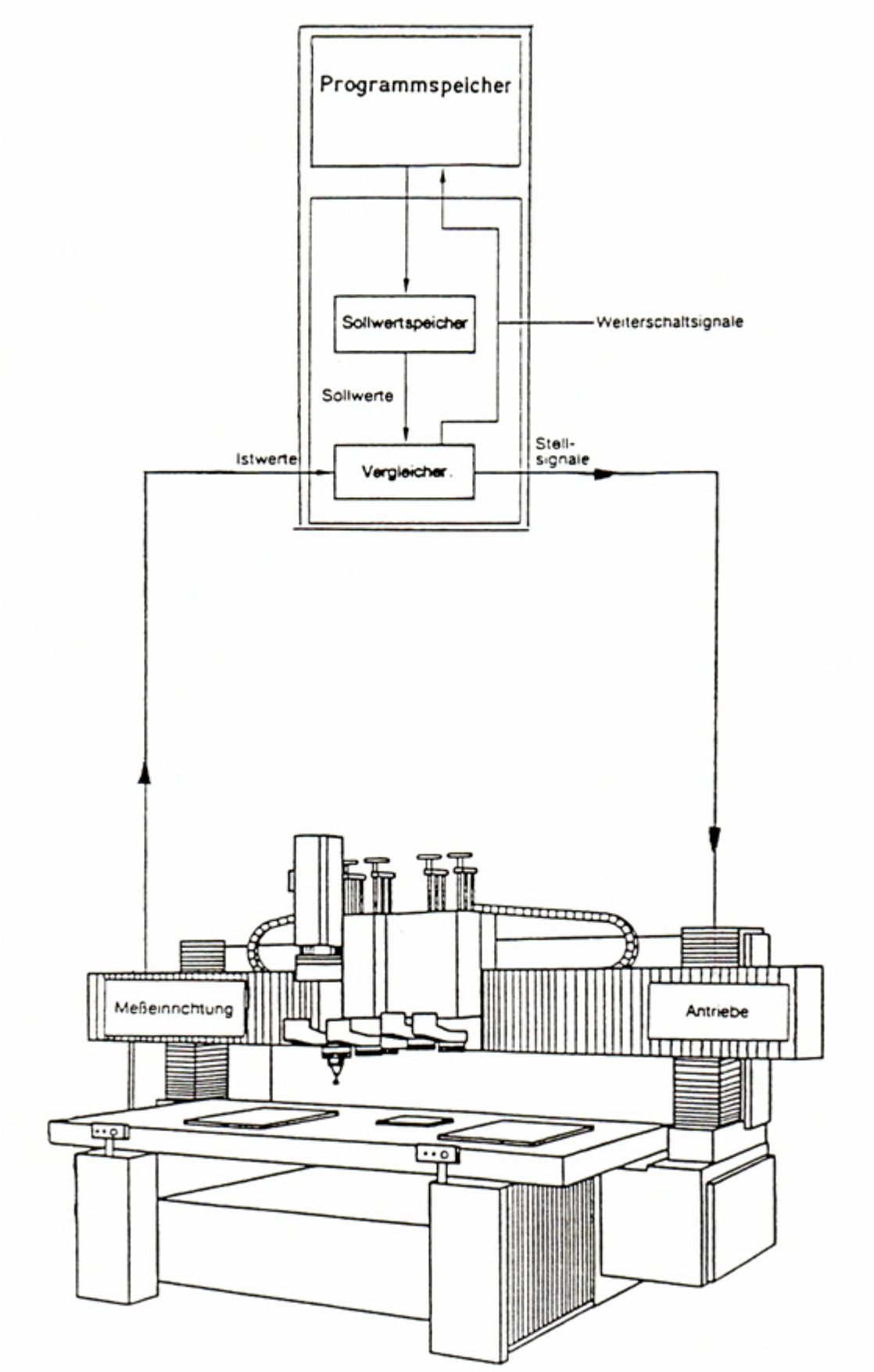
Gerade der letzte Punkt ist sehr wichtig. Die hohen Anschaffungskosten führen zu laufenden Fixkosten, die durch eine ausreichende Nutzung erwirtschaftet werden müssen. Dabei kommen schnell 3 - 5000 € zusätzlich pro Monat zustande. Wo dies nicht erwirtschaftet wird, kann der Betrieb schnell in finanzielle Engpässe geraten. Hier bietet es sich an, als Zulieferer für andere Betriebe tätig zu werden oder andere Formen der Kooperation zu finden, um die Auslastung zu optimieren. Im Bereich Kooperation finden sich dazu Beispiele.

Der Landesfachverband des Schreinerhandwerks Baden-Württemberg steht für weitere Beratung über die Beschaffung von CNC-Maschinen zur Verfügung.

Technik

CNC gesteuerte Bearbeitungszentren arbeiten in einem **Regelkreis**. Das Programm gibt die erforderlichen Werkzeugbewegungen vor, die ständig mit den Ist-Werten verglichen werden. Daraus werden die entsprechenden Stellsignale abgegeben. Die folgende Grafik verdeutlicht diesen Zusammenhang:

Bild: Regelkreis CNC-Maschine

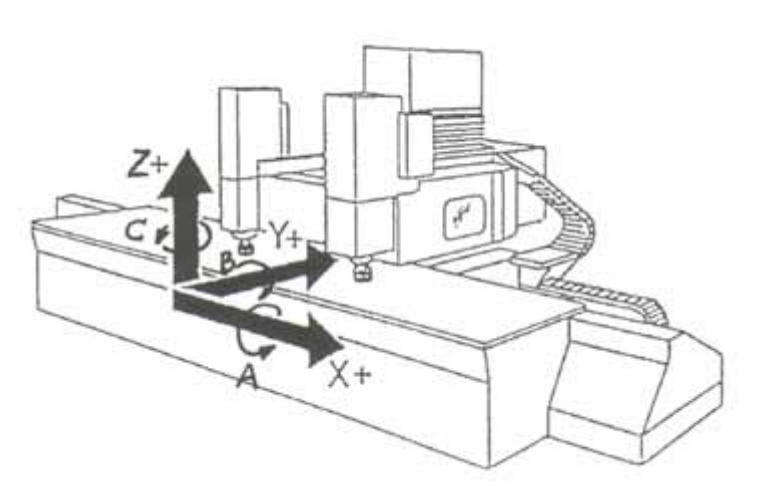


Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Bauarten und Achsen

Das Programm einer CNC-Maschine kann je nach Maschinenausstattung die Werkzeuge in mehreren **Achsen** verfahren. Die Bezeichnung der Achsen ist genormt. Die Zuordnung wird durch die folgende Grafik verdeutlicht:

Bild: Bezeichnung der Maschinenachsen



Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Linearachsen

X-Achse in Richtung der Längsachse der Maschine

Y-Achse Bahnsteuerachse in Richtung der Querachse der Maschine

Z-Achse in Richtung der Spindelachse senkrecht nach oben bzw. unten

Schwenk- oder Drehachsen

A-Achse Drehachse um die X-Achse

B-Achse Drehachse um die Y-Achse

C-Achse Drehachse um die Z-Achse

Entsprechend der **Steuerungstechnik** werden die CNC-Maschinen wie folgt eingeteilt:

2 1/2 D Die Steuerung erlaubt ein Verfahren in die beiden Hauptachsen X und Y. In Verbindung mit einer einmaligen Zustellung in Z-Richtung wird die Kontur in der Ebene XY bearbeitet.

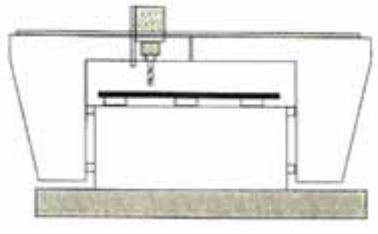
3 D Die 3 D Steuerung kann neben den X und Y Achsen auch die Z-Achse ansteuern. Bei dieser Steuerungsart ist die Maschine in der Lage eine Schraubbewegung zu fahren, hier finden gleichzeitig Verfahrwege in allen drei Hauptachsen statt.

4 D Bei der 4 D Steuerung wird zumeist die C-Achse mit einbezogen. Sie beschreibt eine Drehung des Koordinatensystems um die Z-Achse im Uhrzeigersinn. Damit kann z. B. eine Nut unter einem Winkel von 45 ° gefräst werden. Dabei wird das Aggregat in der C-Achse entsprechend gedreht.

4 1/2 D Für Gehrungsschnitte z. B. an Boden- und Seitenteilen reicht eine 4 D Steuerung nicht aus, da sich das Nutsägeaggregat zwar um die C-Achse dreht, nicht aber geneigt werden kann. Diese Funktion ist mit der 4 1/2 Achse gegeben.

5 D Um vollständig flexibel zu sein und jede dreidimensionale Kontur bearbeiten zu können, sind Maschinen mit 5 programmierbaren Achsen entwickelt worden. Derartige Steuerungen haben vor allem im Treppenbau ihren Platz z. B. in der Bearbeitung von Krümmlingen.

Bei CNC-Bearbeitungszentren können folgende **Grundbauarten** unterschieden werden:

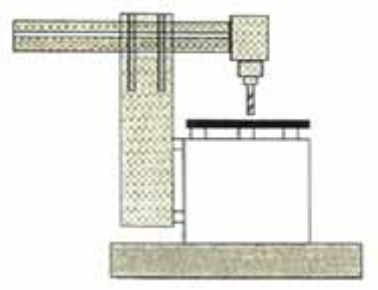


Gantry

Bei der Gantry Bauweise führt der Aggregatträger die Bewegungen in allen drei Achsrichtungen X, Y und Z aus. Das Werkstück liegt auf dem stillstehenden Tisch. Der Aggregatträger wird durch eine Brücke auf beiden Seiten gelagert. Daraus ermöglichen sich große Arbeitsbewegungen in X- und Y-Richtung mit hoher Genauigkeit.

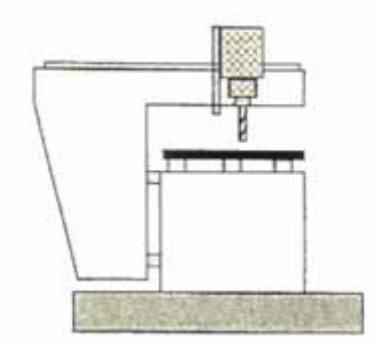
Portalbauweise

Bei der Portalbauweise führt der Aggregatträger die Bewegungen in zwei Achsrichtungen X und Z aus. In der Y-Richtung verfährt der Aufnahmetisch das Werkstück. Dies ermöglicht hohe Positioniergeschwindigkeiten und eine hohe Genauigkeit. Der Platzbedarf ist jedoch sehr hoch.



Fahrständerbauweise

Bei der Fahrständerbauweise führt der Aggregatträger die Bewegungen in allen drei Achsrichtungen aus. Das Werkstück liegt auf dem stillstehen Tisch auf. Die einseitig offene Bauweise erleichtert die Beschickung, der Platzbedarf ist geringer.



C-Bauweise

Bei der C-Bauweise führt der Aggregatträger die Bewegungen in Y- und Z-Richtung. Das Werkstück wird auf dem in X-Richtung verfahrbaren Tisch aufgespannt. Höhere Steifigkeit und Genauigkeit gegenüber der Fahrständerbauweise. Die Beschickung ist durch den fahrbaren Tisch aber erschwert.

Gelenkkinematische Bauweise

Gegenüber den anderen Bauarten findet hier keine direkte Verfahrbewegung in den verschiedenen Achsrichtungen statt, sondern übe die Zustellung von drei Teleskopbeinen und der entsprechenden Drehbewegung des Bearbeitungsaggregats. Daraus ermöglichen sich sehr hohe Verfahrgeschwindigkeiten, eine 5-Achs-Bearbeitung ist problemlos möglich. Die möglichen Werkstückabmessungen sind aber begrenzt.

Bearbeitungsarten

Formatieren

Das Formatieren bietet sich bei der CNC-Maschine bei geschweiften und runden Teilen an. Bei geraden Teilen ist es vergleichsweise zeitaufwändig. Dies kann besser und schneller von der Kantenbearbeitungsmaschine erledigt werden.

Kanten

Das Anfahren von Kanten ist nur mit speziellen Zusatzaggregaten möglich. Aufgrund des erheblichen Zeitaufwandes kommt es wie beim formatieren nur bei geschwungenen Teilen zum Einsatz. Dann kann es seine besonderen Vorteile beim Beleimen der runden Kanten ausspielen. Die Kante wird zunächst angeleimt, auf Länge gekappt und bündig gefräst wie bei der Kantenanleimmaschine.

Bild: Kantenanleimaggregat

Fräsen

Bei der Bearbeitung Massivholz empfiehlt es sich, rechts- und linkslaufende Werkzeuge einzusetzen, um die Oberflächengüte zu verbessern, wenn gegen die Faser gefräst werden muss. Über einen Werkzeugwechsler können unterschiedliche Profilfräser zum Einsatz gebracht werden. Je nach Ausstattung können auch Stirnfräsungen an Platten vorgenommen werden z. B. für das Einlassen von Schiebetürbeschlägen oder Stulp- und Schlossfräsungen. Mit einem besonderen Unterfräsaggregat können auch Verbindungsbeschläge in der Unterseite ohne Umspannen des Werkstücks eingefräst werden.

Bild: Unterfräsaggregat

Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Bohren

Bei der Plattenbearbeitung dominiert häufig das Bohren. Für Verbindungsbeschläge, Topfbänder oder Bodenträger können mit einem Fräsaggregat oder mit mehrfach bestückten Bohraggregaten die entsprechenden Bohrungen vorgenommen werden. Solche Bohrblöcke können mit bis zu 10 Bohrern versehen sein, um Lochreihen schnell zu bohren. Es ist auch möglich, bei Dübelverbindungen automatisch die Dübel mit entsprechender Leimangabe in die entsprechenden Löcher zu pressen. Bei schrägen Bohrungen, z. B. für Türbänder ist eine 4 Achs-gesteuerte Bewegung des Aggregats erforderlich.

Sägen/Nuten

Mit dem Sägeaggregat werden vor allem Nuten für Rückwände, Dichtungen, Umleimer oder auch Lamellos vorgenommen. Bei großen Maschinen wird das Sägeaggregat auch zum Aufteilen der Platten eingesetzt. Dabei wird zunächst die Platte aufgetrennt und dann die einzelnen Teile automatisch separiert und weiterbearbeitet.

Schleifen

Profilgefräste Kanten können mit entsprechenden Schleifaggregaten fertig bearbeitet werden. Das Schleifaggregat bewegt sich dabei auf der gleichen Kontur wie der Profilfräsgang, so dass dafür kein weiterer Programmieraufwand erforderlich ist. Die Standzeiten von Schleifwerkzeugen für die CNC-Bearbeitung sind aufgrund der relativ kleinen Werkzeugdurchmesser relativ gering. Aus diesem Grund wird das Schleifen meist nur für geschweifte Werkstücke eingesetzt.

Beschläge setzen

Im Serienbetrieb werden CNC-Bearbeitungszentren auch für das Setzen von Beschlägen verwendet. Die einzelnen Beschläge werden mit speziellen Aggregaten zugeführt und eingepresst. Ähnliches ist auch mit Gewindemuffen oder Laufleisten möglich.

Objekte vermessen

Mit Hilfe eines Messtasters können die äußeren Abmessungen von plattenförmigen Werkstoffen abgetastet und gegenüber den Vorgaben überprüft werden. Solche Verfahren kommen vor allem dort zum Einsatz, wo es darum geht, ein Teil in ein anderes einzupassen Z. B. Stahlspülen in Küchenarbeitsplatten u. ä. differieren herstellungsbedingt in ihren Abmessungen. Mit dem Messtaster werden sie zunächst abgetastet, bevor deren genaue Kontur eingefräst wird.

Werkzeuge

Einfachere CNC-Bearbeitungszentren sind mit einem Werkzeugbestand fest bestückt. Die Werkzeuge müssen manuell ausgetauscht werden. Zunehmend haben sich aber so genannte **Werkzeugwechsler** etabliert, um die Fräsaggregate kleiner zu halten und über eine größere Auswahl von Werkzeugen zu verfügen. Die Werkzeuge werden dazu senkrecht am Umfang einer Scheibe

untergebracht, wobei die Scheibe sich für den Werkzeugwechsel an die jeweils benötigte Position dreht. Dabei können bis zu 16 Werkzeuge aufgenommen werden. Bei Kettenmagazinen können sogar bis zu 24 Werkzeuge automatisch verfügbar gehalten werden.

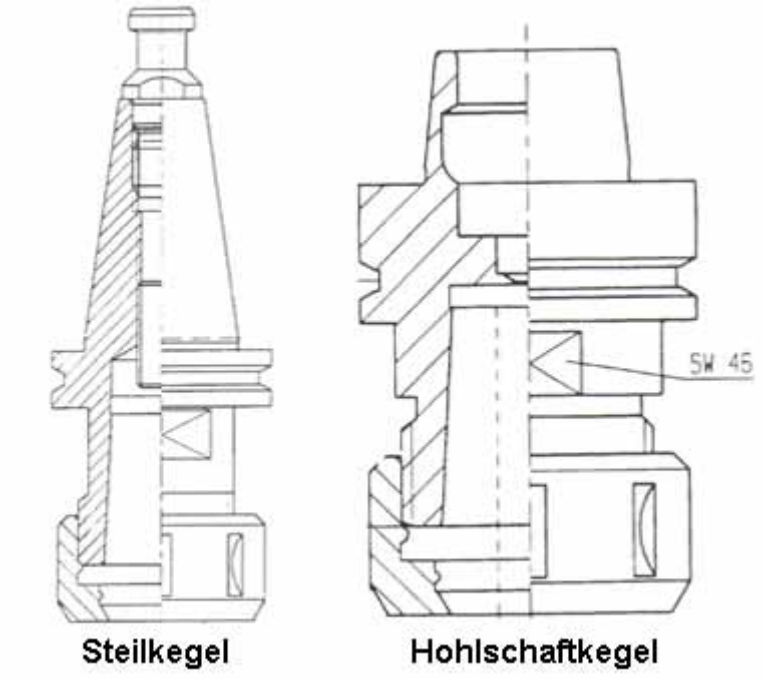
Bild: Werkzeugwechsler

Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Werkzeuge mit kleinerem Durchmesser werden mittels **Spannzange** oder **Hydrospannfutter** in einer Werkzeugaufnahme gehalten. Größere Werkzeuge werden direkt mit der **Werkzeugaufnahme** verbunden. Dabei kommen folgende Systeme in der Praxis zum Einsatz:

- Steilkegelaufnahme (SK)
- Hohlschaftkegelaufnahme (HSK)

Bild: Werkzeugaufnahme



Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

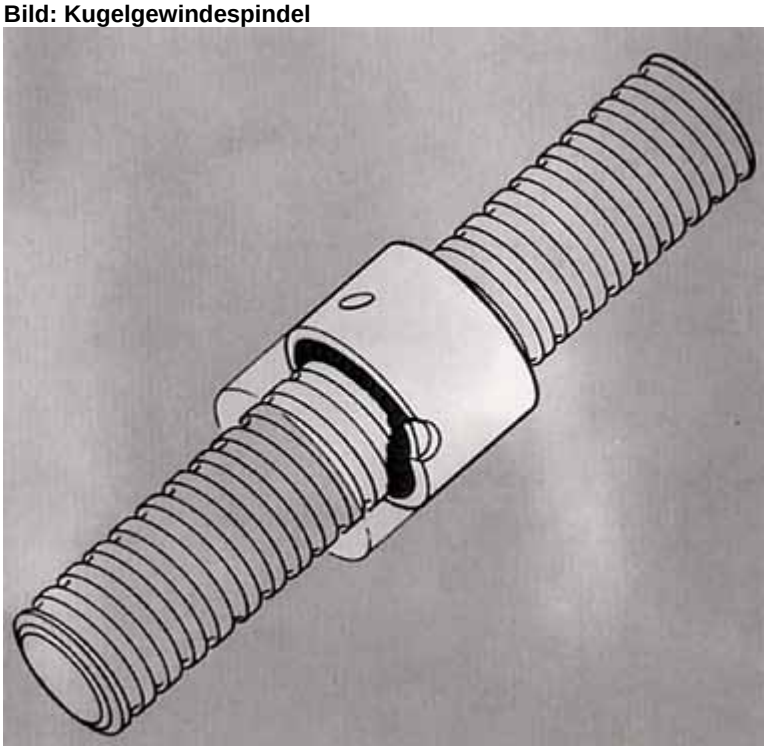
Bei hohen Drehzahlen und Vorschubgeschwindigkeiten werden die Werkzeuge sehr stark beansprucht. Um die Stabilität zu verbessern wurde deshalb die so genannte **Schrumpfspanntechnik** entwickelt. Dabei wird die Werkzeugaufnahme durch eine punktgenaue Erwärmung mittels Hochfrequenz über 10 Sekunden erwärmt und durch Abkühlen wieder

geschrumpft. Dadurch ergibt sich eine höhere Steifigkeit des Werkzeugs und eine bessere Rundlaufgenauigkeit.

Vorschubeinrichtungen

Die Vorschubantriebe bestimmten im Wesentlichen die Einhaltung des programmierten Bewegungsablaufs. Sie bestehen zumeist aus stetig drehzahlsteuerbaren, reaktionsschnellen **Servomotoren** mit Winkel- und Längemesssystemen. Um die Drehbewegung des Vorschubmotors in eine lineare Achsbewegung zu übertragen werden **Kugelgewindespindeln** verwendet. Sie gewährleisten eine hohe Präzision bei Geschwindigkeiten bis zu 80 m/min. Bei längeren Verfahrwegen kommen dafür **Zahnstangen** und Ritzel zum Einsatz.

Bild: Kugelgewindespindel



Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Bei größeren CNC-Maschinen werden inzwischen auch **Linearmotoren** eingesetzt. Diese Antriebe basieren auf dem Funktionsprinzip der Magnetschwebebahn. Sie können Verfahrgeschwindigkeiten bis zu 150 m/min realisieren und weisen eine hohe gleich bleibende Genauigkeit auf, da sie sich nicht abnutzen können.

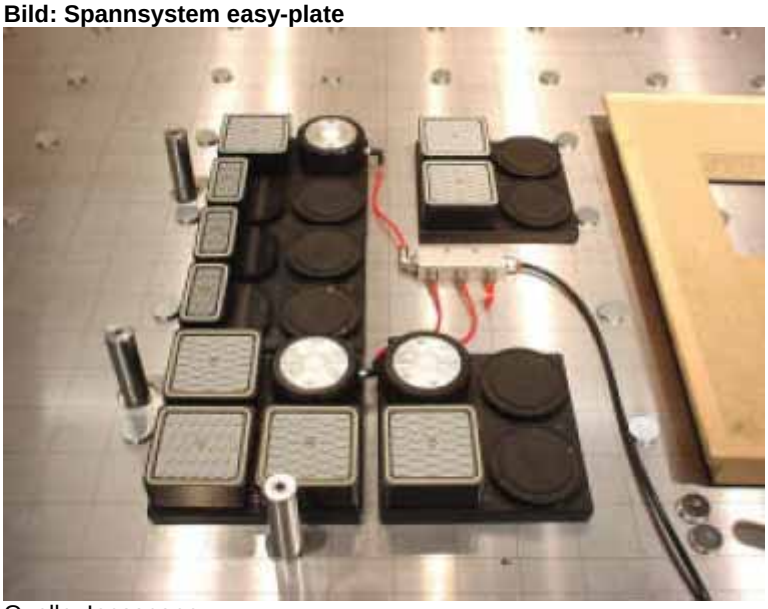
Spannhilfen

Je mehr mit einer CNC-Maschine gearbeitet wird, desto wichtiger werden die **Spannmöglichkeiten**.

- Mittlerweile bieten die meisten Maschinenanbieter **innerhalb des Programmiersystems die Möglichkeit, die Sauger zu positionieren**. Die Koordinaten der Sauger können ausgedruckt werden und dienen dem Maschinenbediener als Rüsthilfe.
- Bei glatten Tischen kann auch mit einer **Zeichenkreide** der Umriss des Werkstücks abgefahren werden, um danach die Sauger zu positionieren.
- Über **Leuchtdioden** wird dem Maschinenbediener die Lage des Auflageholms mit den Saugern angezeigt. Er kann dann per Knopfdruck die Sauger an die angezeigten Stellen verschieben.
- Im Treppenbau kommen häufig **Laserrichtlicht-Positionierhilfen** zum Einsatz. Ein wandernder Laserpunkt erzeugt den Umriss des jeweils zu bearbeitenden Werkstücks. Dadurch können die Sauger sehr exakt positioniert und der erforderliche Materialüberstand gering gehalten werden.

- Eine **automatische Positionierung** der Sauger ist ebenso möglich. Dabei werden Auflageholm und Sauger motorisch angesteuert. Ausgehend von der Werkstückkontur erfolgt die Positionierung der Spannelemente über die Steuerung.
- Bei kleineren Werkstücken oder besonders gekrümmten Teilen müssen häufig spezielle Schablonen gebaut werden. Eine interessante Hilfe können hierbei **vorgefertigte Spannsysteme** sein, die aus verschiedenen Elementen bestehen, um möglichst viele Formen zu spannen. Diese werde auf einer Platte vormontiert, die als ganze auf den vorhandenen Saugern fixiert wird.

Bild: Spannsystem easy-plate



Quelle: Innospann

Arbeitsschutz

Gefährdungen

CNC-Bearbeitungszentren werden in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Leichte Unfälle sind sehr selten und schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmefällen zu erwarten. Dabei kommt es zu folgenden Gefährdungen:

- Belastung durch **Holzstaub**
- **Quetschungen** an den bewegten Maschinenteilen des Vorschubs
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke**

Maßnahmen

CNC-Bearbeitungsmaschinen sind sehr schwierig abzusaugen. Da ja gerade beliebig geformte Teile frei im Raum bearbeitet werden sollen, können die Späneerfassungseinrichtungen nur schlecht an das Werkzeug herangeführt werden. Eine Erfassung der Späne durch die Ablenkung eines Luftstroms innerhalb einer Absaughaube ist kaum möglich. Wie das folgende Bild verdeutlicht, lässt sich die hohe Bewegungsenergie der Späne schwer in die erforderliche Richtung der Absaugung bringen.

Bild: Absaugung von Spänen in einer Absaughaube

Quelle: Holz- und Kunststoffbearbeitung, 12/04, S. 72

Die Holzberufsgenossenschaft empfiehlt deshalb, für die **CNC-Maschine mit höheren Luftgeschwindigkeiten zu planen**, als dies bei den herkömmlichen Maschinen erforderlich ist. Dadurch kommt schnell ein Absaugbedarf von 5 - 6.000 m³/h zusammen. Die Absaughaube wird über einen flexiblen Anschlussschlauch mit dem Absaugsystem verbunden, um die Bewegungsfähigkeit der Maschine nicht einzuschränken. Diese Schläuche werden durch die vielen wechselnden Bewegungen stark belastet und müssen deshalb regelmäßig kontrolliert werden. Sie können fest mit einem Absaugrohr verbunden sein oder aber in einem lippenförmig abgeflachten **Absaugwagen** mitgeführt werden. Der Übergangswiderstand solcher Lippenrohre ist allerdings recht hoch. Er kommt bei größeren Verfahrwegen zum Einsatz. Über die Steuerung kann er auch motorisch angetrieben werden.

Bild: Absaugwagen CNC-Bearbeitungszentrum

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Durch das **Einhausen der Maschine** werden die direkten Staubbelastungen der Mitarbeiter deutlich verringert.

Durch verschiedene **Sicherheitseinrichtungen** wird das Risiko minimiert, dass es zu Verletzungen durch Vorschubaggregate kommen kann.

- **Umzäunung** oder Kapselung mit elektrischer Verriegelung
- Trittmatte und **Lichtschranken** im Bereich der Werkstückaufgabe
- Gepolsterte **Stoßfänger** an den Ecken des Hauptaggregats (Bumper)

Im Normalbetrieb stellen diese Einrichtungen sicher, dass es zu keiner Berührung kommen kann. Das **Risiko ist deutlich erhöht, wenn im manuellen Betrieb Einstellarbeiten oder Testabläufe gefahren werden**.

Die **Lärmbelastung** ist bei offenen Maschinen recht hoch. Hier entstehen Lärmpegel zwischen 85 und 90 **dB(A)**. Durch das Einhausen der Maschine kann der Pegel deutlich abgesenkt werden auf bis zu 73 dB(A).

Bei intensiverer Nutzung der Maschine bietet es sich gerade bei der Bearbeitung größerer Serien an, **Vakuum- Hebeeinrichtungen** zu verwenden. Aber auch im Treppenbau werden große Formteile bearbeitet, die mit entsprechenden Hebesystemen deutlich einfacher zu handhaben sind.

Bild: Hebeeinrichtung für Platten

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Schleiftechnologien

Das Schleifen bestimmt im Wesentlichen die Oberflächenqualität, sei es von furnierten Flächen, Massivholz oder Anleimern. Ein gutes Schleifergebnis bedarf oft auch heute noch erheblicher Handarbeit. Durch eine gute Maschinenausstattung kann der Schleifaufwand aber deutlich reduziert werden.

Die **wesentlichen Qualitätsmerkmale** bei geschliffenen Flächen lassen sich wie folgt beschreiben:

- Rautiefe
- Kantenabfall
- Quermarkierungen
- Längsmarkierungen
- Bandspuren

Die **Langbandschleifmaschine** ist hierfür die traditionelle Maschine. Das Schleifergebnis wird durch den manuellen Andruck des umlaufenden Schleifbandes bestimmt. Handwerkliche Erfahrung und individuelles Können wirken sich hier besonders auf die Oberflächenqualität aus.

Deutlich schneller und gleichmäßiger lassen sich die Oberflächen mit einer **Breitbandschleifmaschine** schleifen. Sie kann verschiedene Zusatzaggregate einbeziehen, um das Schleifergebnis weiter zu optimieren. Die Maschineneinstellung und -handhabung hat hier eine besondere Bedeutung.

Für Leisten und Kanten, Rundungen und geschwungene Formen bedarf es eines **Kantenschleifers**. Je nach Ausstattung ergeben sich auch hier viele Möglichkeiten, den Schleifaufwand zu verringern und das Schleifergebnis zu verbessern.

Langbandschleifmaschine

Die Langbandschleifmaschine ist die traditionelle Schleifmaschine im Schreinerhandwerk. Sie besteht aus einem horizontal verschiebbaren Arbeitstisch, auf dem die zu schleifenden Werkstücke gelegt werden. Entsprechend der Werkstückhöhe kann der Tisch in der Höhe verfahren werden.

Das umlaufende Schleifband wird mit einem Schleifschuh auf das Werkstück gedrückt und hin und her verfahren, bis optisch das gewünschte Schleifergebnis erreicht ist.

Technik

Der Schleifschuh kann manuell oder pneumatisch unterstützt angedrückt werden. Ein pneumatischer Andruck führt zu einem gleichmäßigeren Schleifergebnis und erleichtert den Arbeitsaufwand für den Bediener.

Das umlaufende Schleifband wird im oberen Teil über eine Schleifauflage geführt. Dort können Kanten oder Leisten manuell geschliffen werden. Es gibt auch Maschinenvarianten, bei denen das Schleifband um 90 ° nach vorne geschwenkt werden kann. Dadurch übernimmt sie die Funktion einer Kantenschleifmaschine. Dazu können Teile des Schleiftisches hochgeklappt werden.

Bild: Langbandschleifmaschine mit schwenkbarem Schleifaggregat

Wichtig für die Beurteilung des Schleifergebnisses ist eine **ausreichende Beleuchtung**. Unterhalb der oberen Schleifauflage ist für die Lampe der günstigste Platz. Hier leuchtet sie den Schleifbereich gut aus ohne den Maschinenbediener zu blenden.

Durch eine **pneumatische Bandspannung** verringert sich der Zeitaufwand für den Bandwechsel. Die Bänder haben immer die richtige Spannung, wodurch sich der Standweg verbessert.

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	2,5 - 5
Schalldruckpegel in dB(A)	84 - 86
Absauganschlüsse	links: 160 mm rechts: 100 mm
Absaugbedarf	2.260 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 2,00 m Länge 3,00 - 4,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Formatkreissäge wird in die **Gefährdungsstufe II** eingeordnet. Dies bedeutet ein erhebliches Risiko. Es können häufig leichtere Unfälle und relativ selten schwere Unfälle vorkommen. Als wesentliche Gefährdungen können benannt werden:

- Belastung durch **Holzstaub**
- **Verletzungsrisiko** durch die Berührung mit dem laufenden Schleifband

Maßnahmen

Die **Belastung durch Holzstaub** ist bei der Arbeit an der Langbandschleifmaschine erheblich. Dies wird dadurch begünstigt, dass ältere Maschinen häufig noch als Einzelmaschinen abgesaugt werden. Wenn dies dann noch mit einem einfachen Baumwollsackfilter erfolgt, bleibt die Abreinigung der Absaugluft unzureichend.

Bild: Sackfilter bei einer älteren Langbandschleifmaschine

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Moderne Langbandschleifmaschinen können aufgrund ihrer optimierten Luftführung und weitestgehender Bandabdeckung den geforderten **Staubgrenzwert von 2 mg/m³ einhalten**. Dazu ist aber eine zweite Absaugung auf der rechten, nicht angetriebenen Umlenkrolle erforderlich.

Bild: Optimierte Absaugung an einer Langbandschleifmaschine

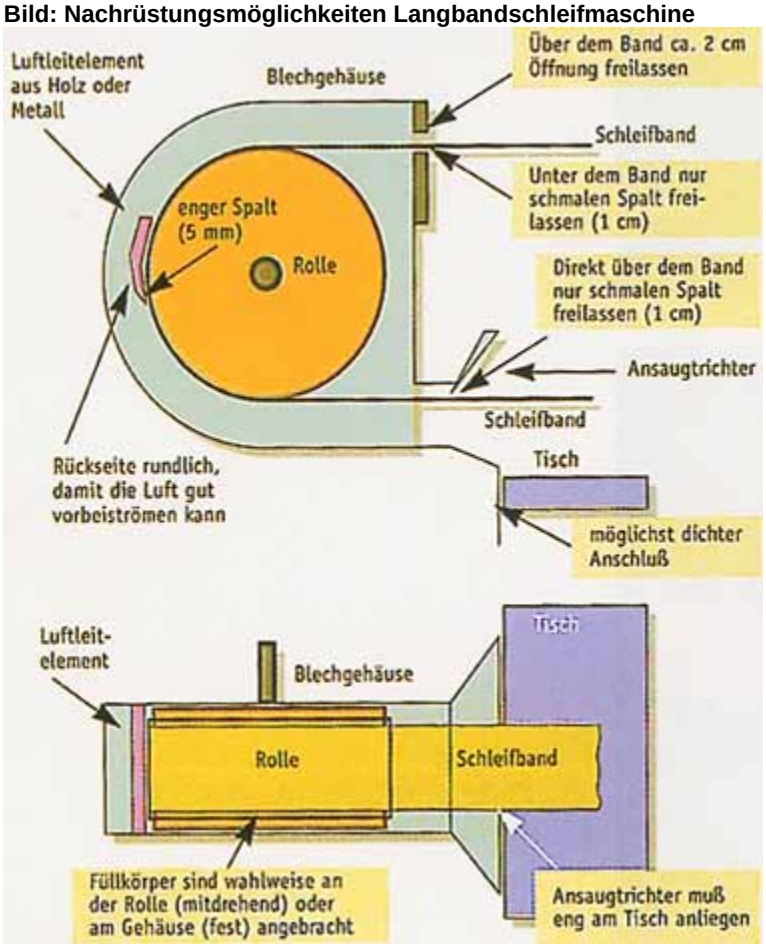
Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Es ist aber auch durchaus möglich durch **nachträgliche Umbaumaßnahmen** an alten Maschinen erhebliche Verbesserungen bei der Stauberfassung zu erreichen:

- Lattenrost des Auflagetischs mit einer **geschlossenen Platte** abdecken
- Anbringung eines **Trichters am linken Bandeintritt**, der dicht an den Tisch heranreicht.
- Einbringen eines **Staubabweisers in der linken Umlaufrolle**, der seitliche Abstand zwischen der Umlenkrolle wird damit weitestgehend abgedichtet
- Anschluss der Langbandschleifmaschine an das **zentrale Absaugnetz** der Maschinen
- Anbringen eines **zweiten Absauganschlusses** an der rechten Umlaufrolle

Die folgende Grafik verdeutlicht die verschiedenen Nachbesserungsmöglichkeiten:

Bild: Nachrüstungsmöglichkeiten Langbandschleifmaschine



Quelle: Holz-BG, BGI 739 Holzstaub August 2002

Das Risiko der **Verletzung der Hände** durch die Berührung mit dem laufenden Schleifband kann durch folgende **Sicherheitseinrichtungen** reduziert werden:

- Verdeckung des obenlaufenden Schleifbandes
- Verkleidung der Umlenkrolle
- Begrenzung des Fahrbereiches für den Schiebetisch, damit er nicht bis in das laufende Band geschoben werden kann.

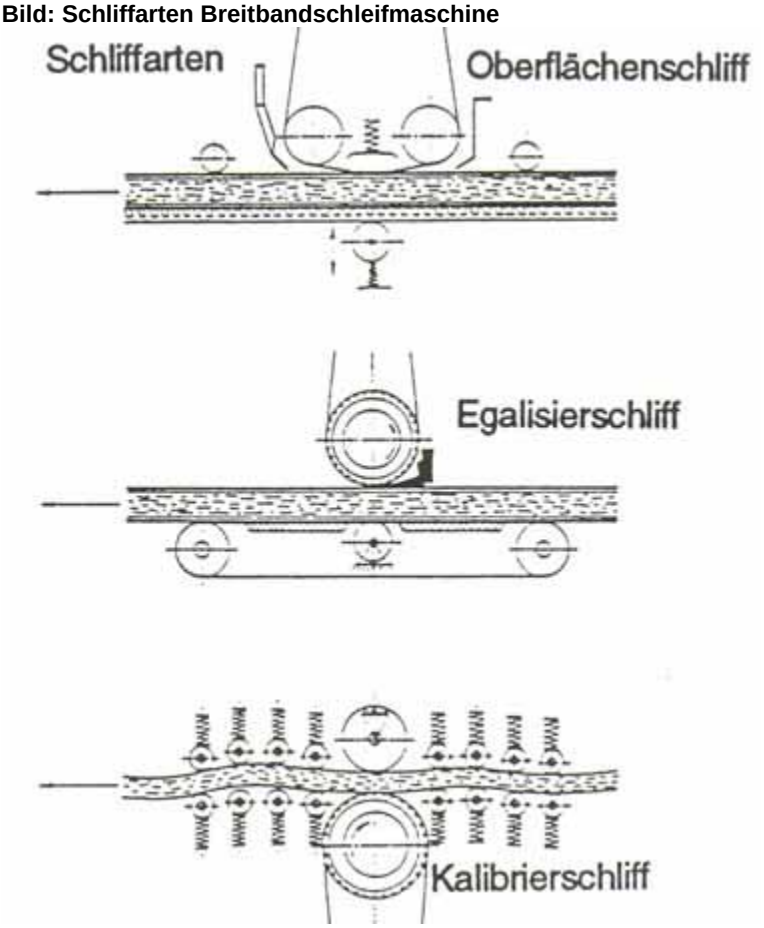
Breitbandschleifmaschine

Breitbandschleifmaschinen kommen verstärkt auch im Handwerk zum Einsatz. Mit ihr lassen sich bessere Schleifergebnisse erzielen, als dies mit einer Langbandschleifmaschine möglich ist. Sie haben aber auch einen deutlich höheren Anschaffungspreis, ermöglichen aber eine wesentliche Beschleunigung der erforderlichen Schleifvorgänge. Das Vorschubband transportiert die Werkstücke mit einer Vorschubgeschwindigkeit bis zu 30 m/min durch die Schleifaggregate. Mit ihr können rohe Platten egalisiert, Rahmen, Massivholz- oder furnierte Platten wie auch empfindliche Lackflächen geschliffen werden.

Technik

Die Breitbandschleifmaschine kann die Oberflächen **glätten, egalisieren oder kalibrieren.** Das folgende Bild verdeutlicht die unterschiedlichen Schleifarten. Rohe Sperrholzplatten werden vor dem Furnieren zunächst egalisiert, um eine möglichst plane Fläche zu erhalten. Beim Lackzwischenschliff muss mit dem Schleifschuh geschliffen werden, um die Lackschicht nicht durchzuschleifen.

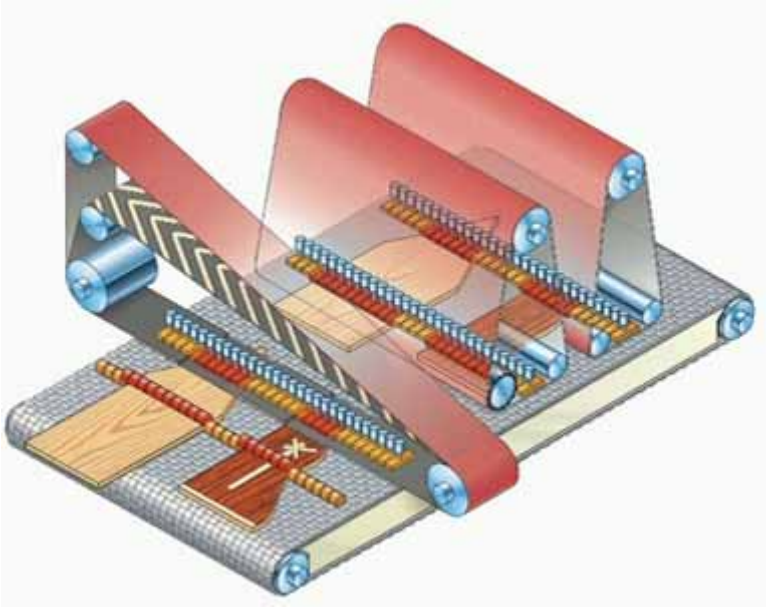
Bild: Schliffarten Breitbandschleifmaschine



Quelle: Stojan, Maschinen für die Holzverarbeitung, S.262

Das Schleifband läuft über **Walzen** oder Schleifschuhe. Die Walze ist steif gelagert und dient dem Egalisieren von unebenen Flächen. Mit der Walze kann deutlich mehr Material abgetragen werden, als dies mit dem Schleifschuh möglich ist. Zur Vermeidung von Schleifspuren können die Schleifwalzen oszillieren. Dabei wird das Schleifband pneumatisch gesteuert und in einem Bereich bis zu 50 mm fortlaufend über dem Werkstück quer zur Vorschubeinrichtung hin und herbewegt. **Schleifschuhe** kommen vor allem bei furnierten oder lackierten Flächen zum Einsatz. Das folgende Bild zeigt mehrere Aggregate die mit Schleifschuhen und Walzen ausgestattet sind.

Bild: Schleifaggregate Breitbandschleifmaschine



Die Schleifschuhe werden über einen **Druckbalken** aufgedrückt. Dieser kann je nach Maschinenausführung starr oder elastisch gelagert sein. Zum Ausgleich von Dickentoleranzen und unterschiedlichen Werkstückformen wird dieser **Druckbalken in schmale Segmente untergliedert**. Diese kommen in Breiten von 50, 25 oder 12,5 mm zum Einsatz. Eine Werkstückerkennung beim Einlauf steuert die Anzahl der erforderlichen Schleifschuhsegmente in Abhängigkeit von der Werkstückbreite. Um ein Durchschleifen der Kanten am Rand sicher auszuschließen ist es erforderlich, den Druck der einzelnen Segmente unterschiedlich anzusteuern. Diese können je nachdem ob Anleimer angeschliffen, oder Furnierkanten nur mit geringem Druck geglättet werden müssen, im Druckverhalten programmiert werden.

Gerade bei **Rahmenteilen** mit unterschiedlicher Maserungsrichtung ergeben sich nach dem Schleifen Längsspuren den quer furnierten Ober- und Unterteile des Rahmens. Um diese Schleifspuren minimieren zu können werden **Schwingschleifer** eingesetzt, die über die Rahmen rotieren und die Rahmenoberfläche harmonischer aussehen lassen.

Mit einem **Kreuzschliff** lässt sich die Schleifqualität insbesondere bei Massivholzteilen verbessern. Das Queraggregat schleift als erstes quer zur Maserung des Holzes. Dadurch werden die Holzfasern abgeschert und können sich später nach dem Lackieren nicht mehr aufrichten. Dies ist **insbesondere bei der Verwendung von Wasserlacken hilfreich**. Die höher stehenden härteren Jahrringe werden egalisiert und ein Waschbretteffekt mit weichen und harten Jahresringen vermieden. Das Querband ist zudem besser geeignet zum Entfernen von Fugenpapier und Klebebänder als das Längsschleifaggregat.

Für Firmen, die überwiegend Massivholz verarbeiten, kann eine **vorgeschaltete Messerwelle** interessant sein, denn diese kann einen größeren Span abnehmen und schont so die nachfolgenden, teuren Schleifbänder. Damit erfolgt das endgültige Aushobeln auf Dicke und der Endschliff in einem Arbeitsgang. Die spiralförmige Anordnung der Werkzeugsegmente erzeugt einen ziehenden Schnitt und vermeidet dadurch Hobelschläge und Markierungen der Messerübergänge.

Bild: Messerwelle zum Abhobeln in der Breitbandschleifmaschine

Für ein optimales Schleifergebnis ist es wichtig den **Schleifstaub weitestgehend von der Werkstückoberfläche zu entfernen**. Durch **Reinigungsbürsten** wird der Staub von der Oberfläche entfernt und die Fläche weiter geglättet. Sie können auch als Strukturbürste eingesetzt werden, um die Massivholzfläche gezielte aufzubürsten. Eine **nachgeschaltete Absaugung** kann das Ergebnis weiter verbessern.

Bild: nachgeschaltete Absaugung Breitbandschleifmaschine

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Im Auslauf der Breitbandschleifmaschine gilt es, das **Schleifergebnis zu beurteilen**. Hier sollte eine **gute Beleuchtung der Fläche** zur Qualitätskontrolle verfügbar sein.

Je nach Ausrüstung ergeben sich für jeden Schleifvorgang eine **Fülle unterschiedlicher Einstellmöglichkeiten**. Dabei können folgende Parameter festgelegt werden:

- Schleifdruck
- Kantendruck
- Vorschubgeschwindigkeit
- Schnittgeschwindigkeit
- Werkzeugdicke
- Zeitpunkt des Einsatzes des Druckbalkens
- Bandgeschwindigkeit

Alle diese Einstelldaten können **als Programm hinterlegt** werden, um das Einrüsten der Maschine je nach Werkstücktyp zu vereinfachen.

Bild: Steuerungsaggregat Breitbandschleifmaschine

Zur **Verbesserung der Standzeiten der Bänder** können diese unmittelbar nach der letzten Bandumlenkung durch ein druckluftbetriebenes Abstrahlsystem von Schleifstaub gereinigt werden. Dadurch öffnen sich die Körner der Schleifbänder und die Schleifgüte des Bandes bleibt länger erhalten.

Für einen **Schleifbandwechsel** werden die Maschinen seitlich geöffnet, die Schleifbänder entspannt und herausgezogen. Sie können als Rollen im Raum aufgehängt oder in einem geeigneten Schleifbandwagen untergebracht werden. **Wichtig ist es, dass das Band an den Rändern keinen Schaden nimmt und nicht geknickt wird!**

Bild: Schleifbandwagen

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	16 - 40
Vorschubgeschwindigkeit in m/min	4 - 30
Schalldruckpegel in dB(A)	83 - 85
max. Breite in mm	950 - 1350
Dickenbereich in mm	3 - 155
kürzeste Länge in mm	160 - 400
Absauganschlüsse	250 - 350 mm
Absaugbedarf	3500 - 7000 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 3,00 m Länge 5,00 - 6,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Breitbandschleifmaschine wird in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Leichte Unfälle sind selten und schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmefällen zu erwarten. Die wesentliche Gefährdung bei Breitbandschleifmaschinen besteht im:

- **Verletzungsrisiko** durch Quetschen der Hände im Ein- und Ausschubbereich

Maßnahmen

Aus Sicherheitsgründen werden die Breitbandschleifmaschinen mit einer **Schaltleiste im Einzugsbereich** ausgestattet, bei deren Betätigung die Maschine sofort auf NOT-AUS geht. Zudem werden alle **Rollenzwischenräume** soweit wie möglich **ausgekleidet**, um das Einziehen der Hände vermeiden.

Bild: Regelausführung Breitbandschleifmaschine

>

Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Kantenschleifer

Mit Kantenschleifmaschinen werden Leisten und Kanten geschliffen. Diese können flächig an dem umlaufenden Schleifband vorbeigeführt oder bei geschweiften Teilen an der Umlenkrolle geschliffen werden.

Technik

Größere Maschinen verfügen über ein **Oszillieraggregat**. Das Schleifband wird damit gleichmäßig in vertikaler Richtung auf- und abbewegt. Dies verbessert das Schleifergebnis erheblich, da typische Schleifspuren vermieden werden.

Mit einem **Vorschubapparat** können auch Leisten an der geraden Fläche entlang geführt werden. Wenn dabei profilierte Schleifgurte zum Einsatz kommen, können damit auch Profilkanten geschliffen werden.

Die **Auflage** der Kantenschleifmaschine kann bei einigen Modellen **schräggestellt** werden, um Gehrungen nachzuschleifen.

Kombinationsmaschinen ermöglichen vielfältige Schleifarbeiten. Treppenwangen können an der gebogenen Fläche bearbeitet werden. Für gerade Teile steht ein angetriebener Kettenvorschub zur Verfügung. An den Eckpunkten können engere Kurvenradien nachgearbeitet werden.

Bild: Kombinationsmaschine Kantenschleifen

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	1,8 - 4
Schalldruckpegel in dB(A)	82 - 84
Absauganschlüsse	links: 100 mm rechts: 100 mm
Absaugbedarf	1.110 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 2,50 m Länge 3,00 - 4,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

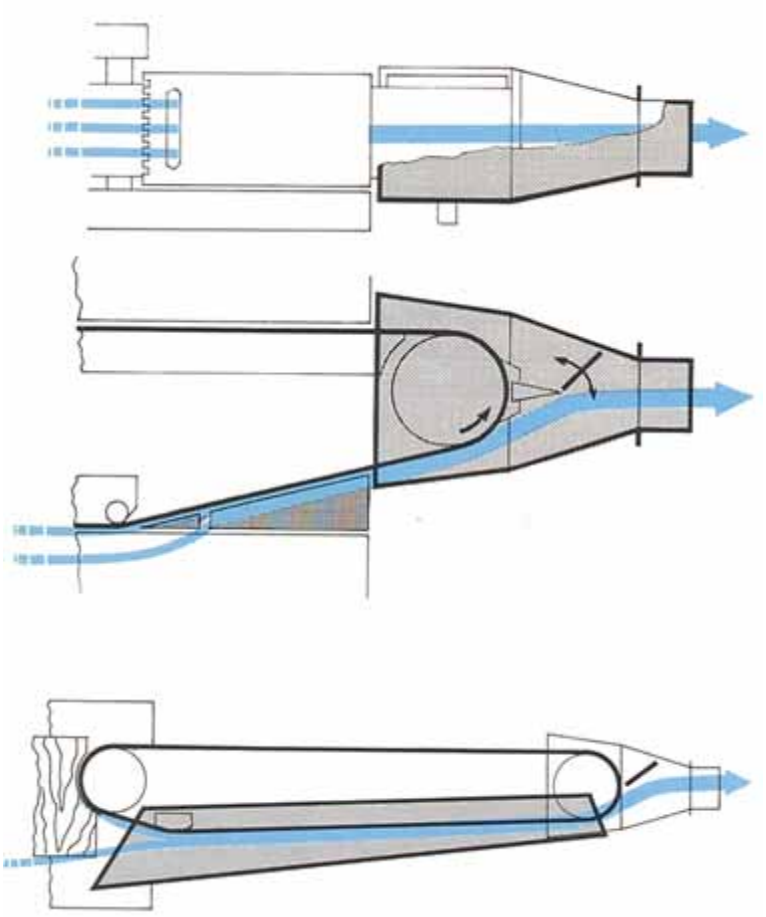
Die Kantenschleifmaschine wird in die **Gefährdungsstufe II** eingeordnet. Dies bedeutet ein erhebliches Risiko, dass häufig leichtere Unfälle und relativ selten schwere Unfälle vorkommen. Es bestehen folgende Gefährdungen:

- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug

Maßnahmen

Durch die weithin offene Maschine entstehen beim Schleifen erhebliche Staubmengen. Um hier eine Optimierung zu erreichen, ist es wichtig die **Strömungsverhältnisse** an einem Kantenschleifer nachzuvollziehen.

Bild: Strömungsverhältnisse Kantenschleifer



Quelle: Holz-BG, Sonderdruck Holzstaub

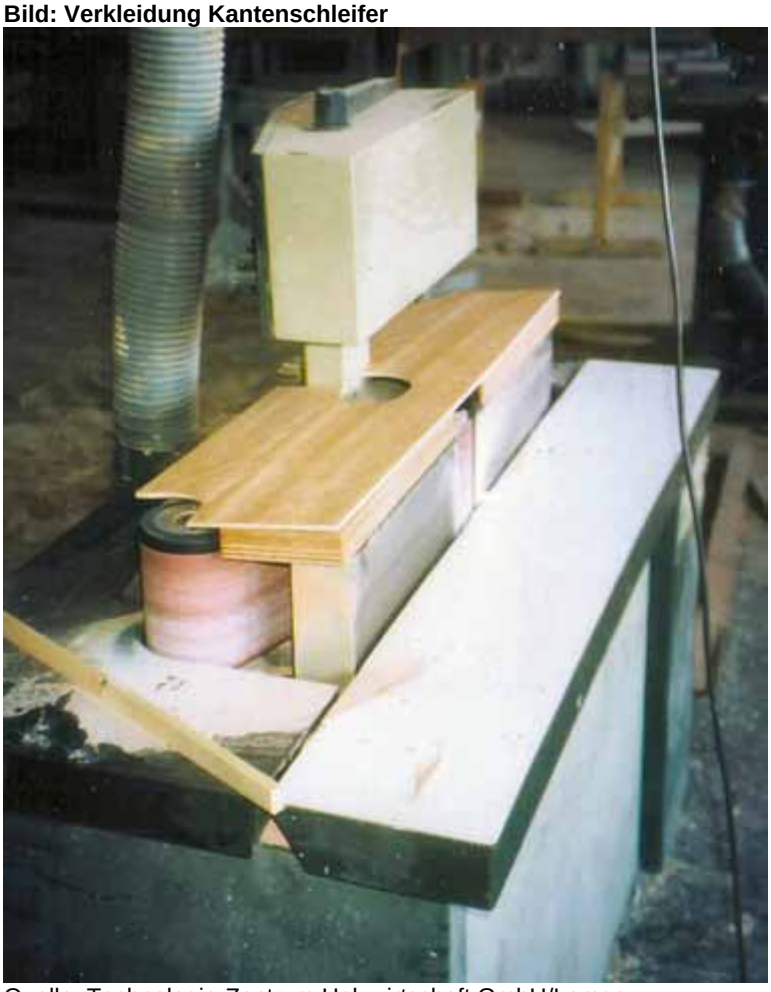
Der anfallende Holzstaub muss möglichst **nah am Band geführt** werden. In der Umlenkrolle hilft ein **Abweiser**, den Staub dem Absaugsystem zuzuführen. Ein solcher Abweiser kann bei älteren Maschinen auch nachgerüstet werden. Eine **zweite Absaugung** an der nicht angetriebenen Rolle verbessert ebenfalls deutlich die Stauberfassung.

Bild: nachgerüsteter Staubabweiser Kantenschleifer

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Daneben sollten die **offenen Teile der Maschine soweit wie möglich abgedeckt** werden. Nur bei Bedarf sollten diese Verkleidungen bei speziellen Arbeitsgängen abgenommen werden.

Bild: Verkleidung Kantenschleifer



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Moderne Kantenschleifgeräte sind mit derartigen Verkleidungen bereits ausgestattet. Diese tragen auch dazu bei, **Berührungen mit dem umlaufenden Band** zu vermeiden.

Für kleinere Werkstücke sollten immer Werkstückanschläge verwendet werden. Die Anschläge verhindern ein ungewolltes Abrutschen und verringern das Verletzungsrisiko.

Oberflächentechnologien

Die Oberfläche ist das Aushängschild des Schreiners. Hieran beurteilt der Kunde in erster Linie die Qualität seines Produktes. Um eine dekorative, dem Wunsch des Kunden gemäße Oberfläche zu erzeugen, bedarf es einer ausreichenden technischen Ausstattung und einer besonderen Qualifikation.

Neben diesen qualitativen Aspekten ergeben sich bei der Oberflächenbearbeitung vielfältige **Auswirkungen für den Umwelt- und Arbeitsschutz**:

- **Brandschutz**
  Im Oberflächenbereich wird häufig mit brennbaren Stoffen und Stäuben hantiert.
  Entzündliche Lacke, Lasuren und Öle müssen brandschutztechnisch sicher gelagert werden.

- **Lösemittelemissionen**
  Fast alle Oberflächenbehandlungsmittel enthalten organische Lösemittel. Sie können zu Geruchsproblemen führen und schaden dem Klima.
- **Gewässerschutz**
  Im Bereich der Oberflächenbehandlung wird mit flüssigen Stoffen hantiert, von denen eine **Wassergefährdung** ausgehen kann. Von daher ergeben sich Vorgaben im Hinblick auf die Lagersicherheit.
- **Atemwege**
  Lösemittel und Lackpartikel können die Atemwege schädigen. Es bedarf deshalb ausreichender Absaugvorrichtungen und persönlicher Schutzausrüstungen.
- **Hautreaktionen**
  Einige Oberflächenmaterialien enthalten sensibilisierende Stoffe und können beim Verarbeiter zu Allergien führen. Hautreizungen können durch einen ausreichenden Hautschutz vermieden werden.

Umweltschutz

Brand- und Gewässerschutz

Im Bereich **Bauplanung finden sich vielfältige Hinweise zur baulichen Gestaltung** von Oberflächenräumen und Lacklagern. Wenn diese Vorgaben umgesetzt werden, ist ein ausreichender Brand- und Explosionsschutz gewährleistet. Damit sind auch die erforderlichen Schutzmaßnahmen für einen ausreichenden Gewässerschutz sichergestellt.

Durch das Tagesgeschäft können sich allerdings leicht **Brandrisiken** ergeben, auf die besonders geachtet werden sollte:

- Leere Gebinde sind täglich aus den Arbeitsräumen zu entfernen.
- Gefäße, Gebinde und Behälter stets abgedeckt halten.
- Restmengen in geeignete Kleingebinde umfüllen und ausreichend kennzeichnen. Keine Glasbehälter aus dem Lebensmittelbereich verwenden.
- Gegenstände, die sich gefährlich aufladen können, z.B. Werkstückauflagen, sollten geerdet werden. Das gilt insbesondere beim Umfüllen und Airless-Spritzen.
- Ablagerungen in Absaugeinrichtungen können sich nachträglich erwärmen und entzünden. Insbesondere Epoxidlacke und Nitrolacke sind dafür bekannt. Hier sollte beim Wechsel der Lackmaterialien das Filtermaterial ausgetauscht werden. Im Einzelfall sollte man sich bei seinem Lackhersteller informieren, bei welchen Lacken ein Selbstentzündungspotenzial besteht und ob eine wechselweise Verarbeitung zulässig ist.
- Selbstentzündende Lappen, die bei der Verarbeitung von Ölen entstehen, sind sicher aufzubewahren.

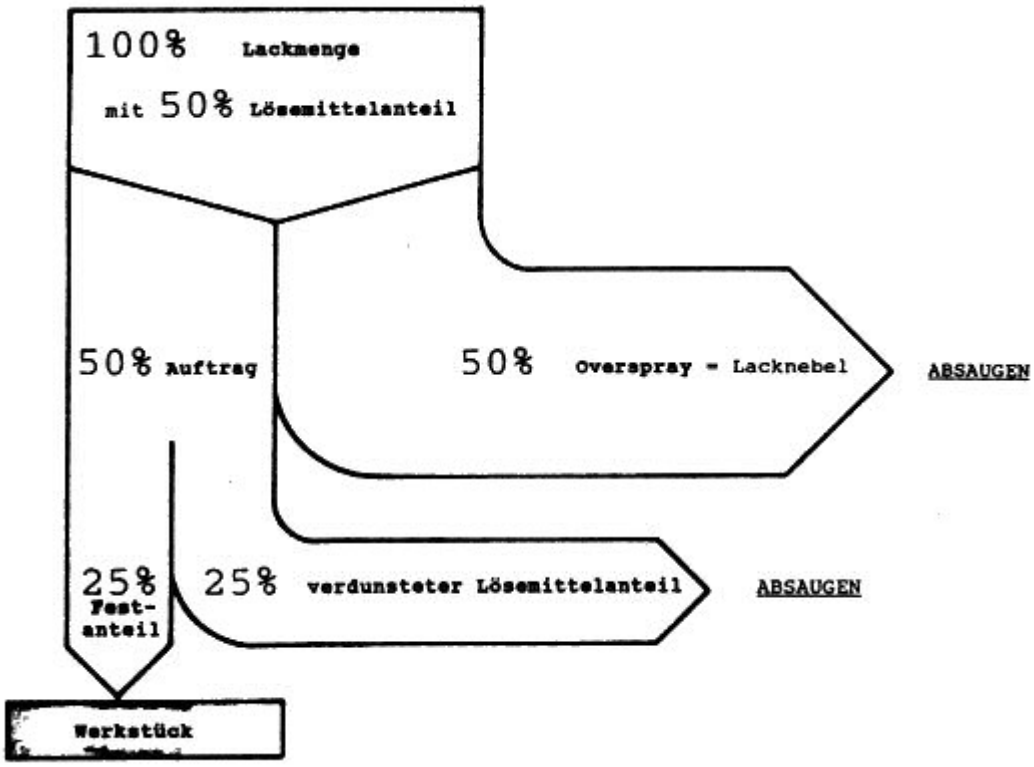
Bild: Entsorgung von ölhaltigen Lappen

Quelle: Holz-BG, BGI 740 Lackierräume und -einrichtungen, Ausgabe 05/2002

Schutz vor Emissionen

Die folgende Grafik verdeutlicht, dass der überwiegende Teil der im Oberflächenbereich verarbeiteten Materialien nicht auf den beschichteten Werkstücken verbleibt, sondern in die Umwelt gelangt.

Bild: Verlust beim Spritzen von Oberflächenmaterialien



Konventionelle Lacke enthalten häufig mehr als 75 % Lösemittelanteil. Durch den Einsatz von Ölen und Wasserlacken kann dieser Anteil deutlich gesenkt werden. Näheres zu den **Möglichkeiten diese Oberflächenmaterialien einzusetzen**, kann im Bereich Schreiner > Materialien > Oberflächenmaterialien nachgelesen werden.

Genau so wichtig ist es allerdings, **durch geeignete Beschichtungstechniken, die Verluste an Overspray zu minimieren**. In den letzten Jahren sind wichtige Entwicklungen bei den Spritzgeräten in Gang gekommen, die auch für das Schreinerhandwerk nützlich sind. **Jede Verringerung der Overspray-Verluste bringt vielfältige Vorteile**:

- geringere **Emissionen an organischen Lösemitteln**
- geringerer **Lackverbrauch**
- geringere **Entsorgungskosten**

Arbeits- und Gesundheitsschutz

Die Arbeit im Oberflächenbereich geht mit gesundheitlichen Risiken einher. Entsprechend der Gefährdung der jeweils verarbeitenden Arbeiten gilt es die Mitarbeiter ausreichend zu informieren und geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Seite Schreiner > Materialien Oberflächenmaterialien > Gesundheitliche Risiken.

Viele Oberflächenmaterialien sind leicht entzündlich. Für ihre Verarbeitung gelten daher besondere bauliche brandschutztechnische Vorschriften. Näheres dazu kann im Bereich Schreiner > Betriebsplanung> Oberflächenbereich nachgelesen werden.

Tauchen und Fluten

Das Aufbringen der Grundierung bei Fenster, Haustüren und anderen Außenbauteilen erfolgt zumeist durch Tauchen oder Fluten. Dabei wird bei Hölzern der Resistenzklasse 4 und 5 auch eine **bläueschutzwidrige Imprägnierung** als vorbeugender chemischer Schutz aufgebracht entsprechend den Anforderungen der DIN 68800-3. Näheres zum Thema Holzschutz kann im Bereich Schreiner > Materialien > Holzschutz nachgelesen werden.

Tauchen

Das Tauchen ist das handwerklichere Verfahren. Hier werden die Werkstücke in ein Tauchbecken mit nachfolgender Abtropfstrecke eingetaucht. Idealerweise werden korrosionsfeste Edelstahlwannen benutzt, gelegentlich aber auch zusammen geschraubte Holzwannen mit Kunststofffolieneinlage.

Vor Arbeitsbeginn **rührt der Verarbeiter das Material** mit einem langstieligen Heizkörperpinsel oder auch einem Holzpaddel mit gelochtem Blatt **gründlich auf**. Danach kontrolliert man die **Viskosität mit dem DIN-Auslaufbecher**. Die Auslaufzeit aus dem DIN-Becher sollte 11 - 12 Sekunden betragen.

Eine **zu hohe Viskosität** kann dazu führen, dass die Grundierung nicht rasch genug über die ganze Fläche abläuft und vorzeitig leicht anzutrocknen beginnt.

Beim **Eintauchen darf die Geschwindigkeit nicht zu hoch** sein, um das Eintragen von Luft zu vermeiden.

Optimal für den Ablauf der Grundierung ist ein **Aufhängewinkel des Bauteils von 45 °**. Problemstellen wie Topfbandbohrungen sollten sich unten befinden. Bei ungünstigen Konstruktionen kann sich das Grundiermaterial im Falzbereich ansammeln und nachträglich über eine bereits trocknende Fläche ablaufen. Solche Ansammlungen sind vorzeitig mit einem Pinsel abzutupfen.

Das **Holz sollte eine Holzfeuchte von rund 13 % haben**. Zu trockenes Holz benötigt eine längere Benetzung der Oberflächen, damit ausreichend Grundierung in das Holz eindringen kann.

Bei transparent behandelten Flächen erkennt man **Ablaufstörungen** daran, dass sich dunklere in eine Richtung weisende Streifen abzeichnen. Dieser Grundierfehler entsteht bei **zu kurzer Tauchzeit oder zu trockenem Holz**. Das nachlaufende Material wird auf der unzureichend grundierten Oberflächen zusätzlich aufgesaugt und zeichnet sich als Läufer ab. **Das Werkstück sollte mindestens 15 Sekunden in der Grundierung verbleiben.**

Nach dem **Herausziehen muss dafür gesorgt werden, dass der abtropfende Lack sicher aufgefangen wird.** Die Austauchgeschwindigkeit muss so eingestellt werden, dass der Lack während des Austauchens langsam ablaufen kann, um Läuferbildungen zu vermeiden.

Die **Tauchbecken müssen ausreichend abgedichtet** sein. Die Räume, in denen die Tauchbecken stehen, sollten ebenfalls so dicht sein, dass eine Leckage zu keiner Verunreinigung des Grundwassers führen kann.

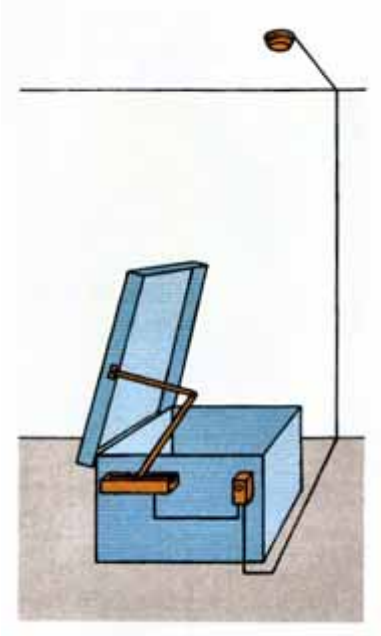
In vielen Fällen wird heute bei der Grundierung von Außenbauteilen auf wasserlösliche Mittel zurückgegriffen. **Lösemittelhaltige Grundierungen** weisen zwar ein günstigeres Trocknungsverhalten auf, ziehen aber erhebliche **Nachteile** mit sich:

- Der **Mitarbeiter** muss beim Ein- und Austauchen der Bauteile über dem Tauchbecken hantieren und wird **Lösemittelgerüchen stark ausgesetzt**.
- In der **Umgebung von 2,5 m um den Tauchbehälter herum liegt die Explosionszone 1 vor**. Dies ist ein Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel gelegentlich auftritt. Die damit einhergehenden

Anforderungen an die elektrische Installation kann man auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Oberflächenbereich > Spritzplanung nachlesen.

- Zum **weiteren Brandschutz ist** eine der folgenden Einrichtungen vorzusehen:
  - Abdeckung, die sich bei einem Brand gefahrlos schließen lässt oder sich selbsttätig schließt
  - eine Löscheinrichtung, die aus sicherer Entfernung von Hand ausgelöst werden kann oder automatisch den Löschvorgang auslöst.

Bild: Tauchbehälter mit Sicherheitsvorrichtungen



Quelle: Holz-BG, BGI 740, Lackierräume, Ausgabe 5/2002

Fluten

Beim Fluten wird das Werkstück nicht eingetaucht, sondern mit Anstrichstoff übergossen oder besprüht, während es durch die Flutanlage hindurchgefördert wird. Der überschüssige und ablaufende Lack wird gesammelt und erneut verwendet.

Bild: Flutanlage

Auch bei einer Flutanlage muss zunächst das **Beschichtungsmaterial gut aufgerührt** und mehrmals umgepumpt werden, bevor es aufgesprüht werden kann. In der Flutanlage werden rund 100 Liter Beschichtungsmittel im Kreislauf geführt. Die **Viskosität** ist ebenso wie bei Tauchbehältern zu kontrollieren.

Die Bauteile werden bereits schräg aufgehängt und mit den dazugehörigen Glashalteleisten versehen. Nach Starten der Anlage wandern die hängenden Bauteile durch den Sprühvorhang der Flutanlage und werden dabei reichlich von allen Seiten mit Flüssigkeit "geflutet". **Die Vorlaufgeschwindigkeit muss dabei so eingestellt werden, dass die Bauteile min. 15 Sekunden lang besprüht werden.**

Die Flutanlage dient nicht nur zum Grundieren, sondern auch für die Zwischenbeschichtung. Damit wird **ein Spritzvorgang gespart**. Lediglich die äußere Deckschicht wird dann aufgespritzt. Da die Flutanlage **das Material deutlich besser verwerten** kann ergeben sich erhebliche Materialeinsparungen und der Mitarbeiter wird Lackpartikeln in geringerem Umfang ausgesetzt. Nachteilig ist allerdings, dass bei einem Farbwechsel erst die Anlage komplett leer gefahren werden muss. Hier ist das Spritzen flexibler.

Die **Reinigung** erfolgt ähnlich wie bei einer wasserberieselten Spritzwand. Nach Beendigung des Spülvorgangs der Flutanlage wird das Schmutzwasser über eine **Koagulierungsanlage** geführt und mit Koagulierungsmitteln versetzt. Die Lackpartikel flocken aus und werden über einen Filter abgeschöpft. Das Wasser kann für weitere Spülvorgänge wieder genutzt werden.

Spritzgeräte

Im Schreinerhandwerk ist das Aufbringen von Beschichtungsstoffen durch Spritzgeräte die am weitesten verbreitete Technologie. Beim Spritzverfahren wird der Lack in kleinste Tropfen zerstäubt und mit Druck auf die zu behandelnde Fläche aufgebracht. Dabei kommen folgende Systeme zum Einsatz:

- Hochdruck-Becherpistole
- Niederdruckspritzgeräte
- Airless-Geräte
- Luftunterstützte Airmix-Geräte

Die einzelnen Systeme unterscheiden sich im Hinblick auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit und den **Auftragswirkungsgrad**. Damit wird der Anteil des verarbeiteten Oberflächenmaterials bezeichnet, der auf der behandelten Fläche verbleibt und nicht als **Overspray** verloren geht. Die folgende Tabelle gibt eine **Übersicht der verschiedenen Systeme und deren Wirkungsgrade**:

Tabelle: Spritzsysteme und Auftragswirkungsgrad

Lackauftragsverfahren	Kleinteile	Flächige Teile
Hochdruck-Becherpistole	20 - 30 %	30 - 40 %
Niederdruckspritzegeräte (HVLP)	30 - 35 %	40 - 55 %
Airless-Geräte	30 - 40 %	40 - 60 %
Airmix-Geräte	25 - 35 %	35 - 55 %
Walzen/Pinseln	90 - 95 %	90 - 95 %
Tauchen/Fluten	90 - 98 %	90 - 98 %

Der Auftragswirkungsgrad wird vor allem durch die Handhabung der Geräte sowie die technischen Verarbeitungsparameter (Düsengröße, eingestellter Druck usw.) beeinflusst. Zur **Optimierung des Oversprays werden folgende Empfehlungen gegeben**:

- **Spritzstrahl** senkrecht zur Oberfläche führen
- **Spritzstrahlbreite** an Werkstückabmessungen anpassen
- Werkstück in möglichst **kurzer Entfernung zur Spritzwand** /Absaugwand aufstellen

- Immer **in Richtung Spritzwand/Absaugwand spritzen**, ggf. das Werkstück auf eine drehbare Werkstückauflage legen

Für eine **optimale Oberflächenqualität** müssen folgende **Randbedingungen** eingehalten werden:

1. Raumtemperatur mind. 20 °C
2. Luftfeuchte 60 - 80 %
3. Funktionstüchtige Düsen in Abhängigkeit vom zu verarbeitenden Material
4. Optimaler Zerstäuberdruck

Übersicht über mögliche Problembereiche beim Spritzauftrag und wie diese vermieden werden können:

Grauschleier bei Wasserlacken
Wasserlacke benötigen eine ausreichende Raumtemperatur, um einen geschlossenen Film bilden zu können. Ansonsten verbleiben Wasseranteile im Lackfilm und führen zu grauen Flächen und Rissbildungen

Einschlüsse in der Lackoberfläche
Düsenverschleiß führt zu einem ungleichmäßigen Spritzbild. Durch einen erhöhten Zerstäuberdruck wird dies oft korrigiert. Durch zu hohen Spritzdruck oder zu geringem Spritzabstand der Pistole von der Oberfläche schlägt der Spritzstrahl Krater in den sich verfestigenden Lackfilm. Die entstehenden Krater zeigen sich insbesondere bei zu trockener Luft oder zu hohen Nassfilmstärken.

Apfelsinenhaut
Damit wird eine Oberflächenstruktur beschrieben, die der Oberfläche einer Apfelsinenschale gleicht. Der Effekt verschwindet normalerweise, sobald der Lack während der Trocknung den Lackfilm ausbildet. Bei sehr dicken oder zu dünnen Nassfilmdicken kommt es zu einem ungleichmäßigen Trocknungsverhalten, das zu dem unerwünschten Oberflächeneffekt führt.

Insbesondere bei der Anwendung von Wasserlacken sind zu dicke Nassfilmdicken unbedingt zu vermeiden. Die Acrylate im Wasserlack neigen zur Schaumbildung. Diese Luftbläschen können bei zu dickem Lackfilm nicht während der Trocknung entweichen und führen zu ungleichmäßigen Oberflächenstrukturen.

Rissbildung in der Oberfläche
Sternförmige Rissbildungen in der Oberfläche lassen sich auf eine zu kalte Raumtemperatur zurückführen. Die Oberflächenspannung wird dann zu groß der Lackfilm versprödet und bildet kleine Riss-Strukturen aus. Dies kann auch darauf zurückzuführen sein, dass die zu beschichteten Werkstücke zu kalt sind. Sie müssen zunächst auf Raumtemperatur gebracht werden, bevor sie beschichtet werden können.

Kraterbildung
Verunreinigungen auf der Oberfläche führen dort zu kreisförmigen Benetzungsstörungen. Der Lack zieht sich von diesen Stellen zurück und hinterlässt im Nassfilm eine Delle. Insbesondere Silikonreste auf dem Untergrund führen zu solchen Unverträglichkeiten.

Hochdruck-Becherpistolen

Beim Hochdruckspritzen wird das Spritzgut durch Druckluft an der Düse zerstäubt. Die Druckluft gelangt über einen Schlauch zur Spritzpistole.

Der Betriebsdruck liegt je nach Material zwischen 4 und 8 bar. Der Luftbedarf ergibt sich zwischen 300 und 400 Liter/Minute. Die Materialdüse hat in der Regel einen Durchmesser von 0,8 bis 2,5 mm je nach Oberflächenmaterial.

Der Abstand zwischen Spritzpistole und Oberfläche sollte zwischen 25 - 50 cm betragen.

Vorteile	Nachteile
• günstige Anschaffungskosten • regelbare Zerstäubung des Materials • sauberes Spritzbild • einfache Handhabung	• starke Lacknebelbildung • hoher Overspray bis zu 70 % • **Viskosität** des Lackes muss auf die Pistole abgestimmt werden

Niederdruck-Spritzgeräte

Niederdruckspritzen - auch HVLP (High Volume Low Pressure) genannt - arbeitet wie das Hochdruckspritzen mit Zerstäuberluft, die jedoch mit wesentlich niedrigerem Druck auf das zu verarbeitende Lackmaterial einwirkt. Je nach Verfahren wird der Luftdruck auf 0,2 bis 0,7 bar reduziert.

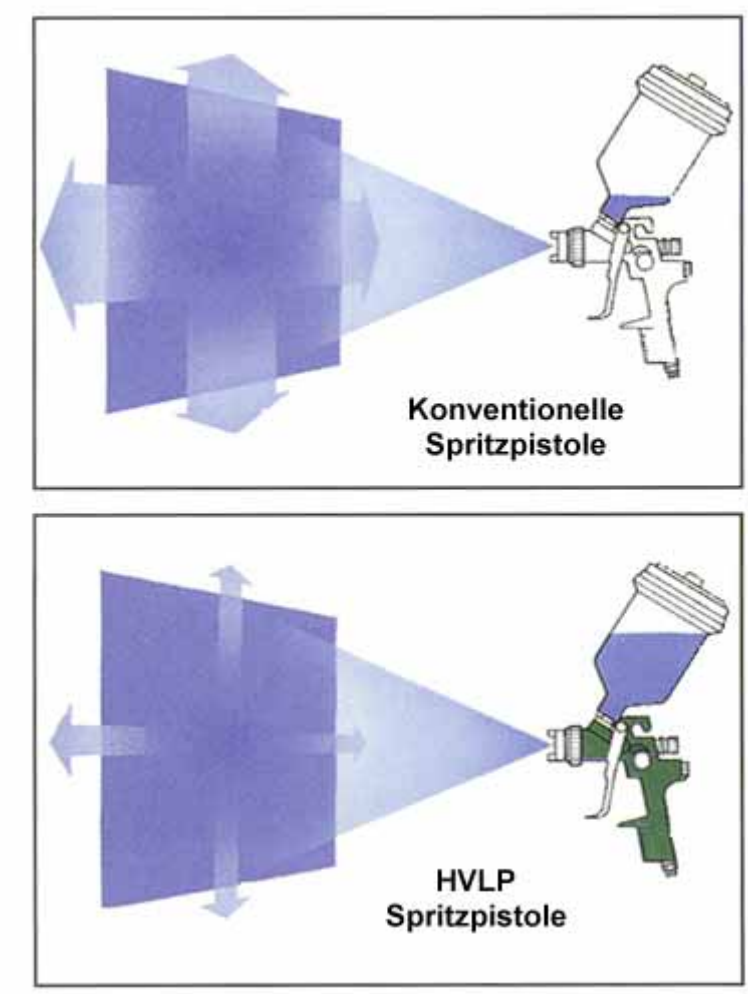
Durch den Einsatz von HVLP-Pistolen kann der **Oversprayverlust gegenüber Hochdruckgeräten um 50 % reduziert** werden.

Bei der HVLP-Technologie entspricht die Lackierpistole in der Form und Anwendung einer Hochdruck-Spritzpistole. Die Zerstäuberluft wird dem Druckluftnetz mit gewohnten Schläuchen entnommen. Der Lufteingangsdruck am Pistolenkörper beträgt rund 2 - 3 bar, der Luftverbrauch ist mit 350 - 450 l/min dem von Hochdruckpistolen vergleichbar. Eine spezielle Düsentechnologie und ein in der Pistole integrierter Luftumwandler erzeugen einen Zerstäuberdruck von maximal 0,7 bar.

Die HVLP-Lackierpistole kann wie beim Hochdruckspritzen eingesetzt werden. Der Spritzabstand ist allerdings deutlich geringer und liegt zwischen 5 und 25 cm.

Die folgende Grafik verdeutlicht den Unterschied zwischen einer konventionellen Spritzpistole und einer HVLP-Pistole. Das Material wird gleichmäßig mit weniger Druck auf die Fläche gebracht.

Bild: Konventionelle Spritzpistole gegenüber HVLP



Quelle: Landesverband Schreinerhandwerk, Wasserlack-Broschüre, S.48, 2003

Bei der **Spritzlackierung von Ölen** kommt es nicht darauf an, das Öl möglichst fein zu zerstäuben, man kann also mit niedrigem Druck arbeiten. Die etwas grobere Zerstäubung der HVLP-Pistolen kommt dem entgegen. Sie sind deshalb besonders für die Spritzlackierung von Ölen geeignet.

Vorteile	Nachteile
• geringe Lacknebelbildung • deutlich geringere Spritzverluste • geringerer Energieverbrauch • weniger Entsorgungskosten • Ideal bei kleinflächiger Bearbeitung und Reparaturen • Geeignet für schwierige Spritzbedingungen in Korpusecken oder Hohlräumen	• hochviskose Materialien müssen stärker verdünnt werden • Viskosität des Lackes muss wie beim Hochdruckspritzen auf die Pistole abgestimmt werden • langsamere Verarbeitungsgeschwindigkeit

Airless-Geräte

Airless-Geräte sind die am weitesten verbreitete Technologie in den Handwerksbetrieben. Beim Airless-Spritzen wird das Lackmaterial in der Lackpumpe unter einen hydraulischen Druck gesetzt und über einen Hochdruckschlauch mit einem Druck von 100 - 250 bar durch eine kleine Düsenöffnung gepresst. Dadurch wird das Lackmaterial sehr fein zerstäubt. Es entsteht ein reiner Lacknebel, der infolge seines Gewichtes sofort zu Boden sinkt und daher den Spritzraum kaum vernebelt.

Beim Airless-Spritzen können bis zu 800 ml Lackmaterial pro Minute durchgesetzt werden. In kurzer Zeit lassen sich damit große Flächen beschichten.

Der Abstand zwischen Pistole und Oberfläche sollte etwa 30 cm betragen.

Für das Wechseln von großen Lackkannen kann man selbst eine einfache **Vorrichtung** im Spritzraum vorsehen.

Bild: Wechseleinrichtung für Lackkannen

Quelle: dds, Ausgabe 5/2001 S. 116

Die Vorrichtung erleichtert den **Wechsel der Airless-Geräte** für verschiedene Lackkannen. Dadurch wird ein unnötiges Verschütten von Lack vermieden und die Arbeitsbelastung des Mitarbeiters gesenkt.

Vorteile	Nachteile
• hohe Arbeitsgeschwindigkeit • gutes Spritzbild durch feinste Lacktropfen • leichte Handhabung der Spritzpistole • Lackentnahme aus den Orginalgebinden möglich • hohe Materialausbeute	• relativ hoher Reinigungsaufwand • aufwändige Apparaturen • hoher Düsenverschleiß • während des Spritzens kann die Auftragsmenge nicht reguliert werden • Bei Spritzfehlern bilden sich leicht Wolken und Streifen • erhöhter Investitionsaufwand

Luftunterstützte Airmix-Geräte

Das Airmix-Verfahren (auch Aircoat, Spray Mix oder AirPlus-Verfahren) ist eine Kombination aus Druckluft und Airless. Das Lackmaterial wird mit einem Druck von 20 bis 120 bar zerstäubt. Durch die Zerstäuberdüse wird durch Druckluft mit 0,2 - 2 bar zusätzlich die Zerstäubung unterstützt.

Dadurch kann der Sprühstrahl optimal auf die zu beschichteten Teile abgestimmt werden. Vor allen bei ungünstigen Spritzpositionen an Schränken oder Hohlkörpern ist das sehr vorteilhaft. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist niedriger als beim Airless-Verfahren. Dadurch hat der Anwender mehr Zeit seine Pistole am Objekt zu führen.

Der Abstand zwischen Spritzpistole und Oberfläche sollte etwa 25 cm betragen.

Vorteile	Nachteile
• optimale Einstellmöglichkeit von Lackmenge und Sprühstrahl • geringerer Geräte- und Düsenverschleiß durch niedrigeren Lackdruck • weniger scharf abgegrenzter Spritzstrahl	• relativ hoher Reinigungsaufwand • aufwändige Apparaturen • während des Spritzens kann die Auftragsmenge nicht reguliert werden • etwas erhöhter Oversprayanteil gegenüber Airless durch die Luftzerstäubung • zwei Schläuche zur Pistole notwendig • erhöhter Investitionsaufwand

Heißspritzen

Durch das Erwärmen des Beschichtungsmaterials wird die Viskosität herabgesetzt. Das Material wird dünnflüssiger. Dadurch ergeben sich folgende **Vorteile**:

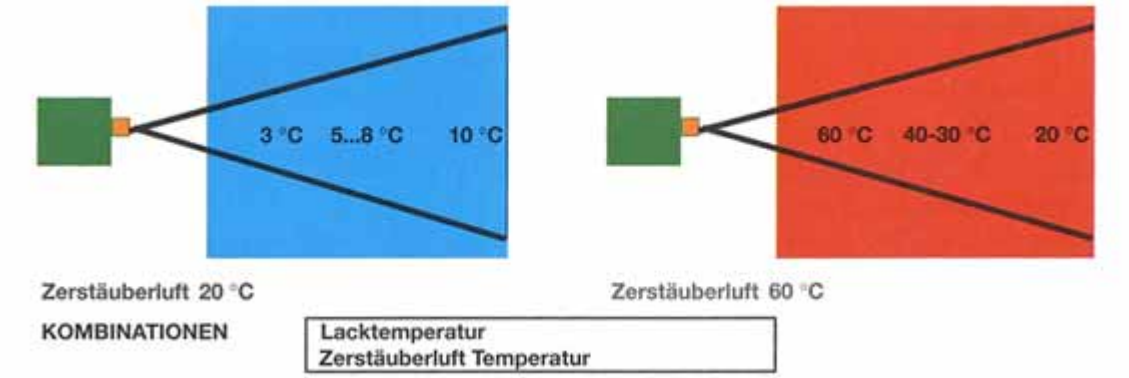
- Der **Verlauf** des Beschichtungsmaterials ist gleichmäßiger.
- Es können **lösemittelarme, feststoffreiche Lacke, Wachse oder Öle** verarbeitet werden.
- Die **Benetzung** der zu lackierenden Oberfläche wird verbessert.

- Es kann mit einem **niedrigerem Druck** gearbeitet werden.
- Der **Spritznebel** ist reduziert.
- Die **Trocknungszeiten** werden geringer.

Gerade beim **Einsatz von Wasserlacken** zeigen sich die besonderen Vorteile der Lackerwärmung. Aber auch bei **Hartwachsen und Hartölen** kann eine Erwärmung dazu beitragen, Lösemittel einzusparen.

Das folgende Bild verdeutlicht die **Wirkung des Heißspritzens:**

Bild: Lackerwärmung



Quelle: Lackhandbuch Holz, S. 135, 2003

Für die Erwärmung gibt es **unterschiedliche Konzepte**:

- Erwärmung der **Zerstäuberluft**
- **Punktuelle Erwärmung** des Beschichtungsmaterials
- Erwärmung des Lackes im **Materialschlauch**

Erwärmung der Zerstäuberluft

Durch die Erwärmung der Zerstäuberluft wird weniger Zerstäuberdruck benötigt. Das Overspray wird um bis zu 30 % verringert und entsprechend Material eingespart. Die warme Luft ergibt ein weicheres Spritzbild und die Läuferbildung auf der lackierten Oberfläche wird geringer.

Die Temperatur kann zwischen 20 und 85 °C eingestellt werden, je nach eingesetztem Material.

Bild: Erwärmung der Zerstäuberluft

Vorteile:

- relativ preiswert

Nachteile:

- keine Verarbeitung von höherviskosen Materialien wie Hartwachs möglich
- nur geringe Materialerwärmung

Punktuelle Erwärmung des Beschichtungsmaterials

Beim punktuellen Erwärmen des Beschichtungsmaterials wird dieses in einem Tank (z.B. bei Hartwachs) oder in einem Abschnitt der Materialzuführung auf 60 - 80 °C erwärmt. Bei Handspritzpistolen kann die Erwärmung direkt im Becher an der Pistole erfolgen.

Bild: Heißspritzpistole

Es gibt auch **Geräte mit Kartuschen**. Diese haben den Vorteil, dass das Wachs nicht mit dem Luftsauerstoff in Berührung kommt und sich keine Haut bilden kann. Das Spritzgerät bleibt stets einsatzbereit.

Vorteil:

- ideal bei Hartwachsen und Ölen

Nachteil:

- für den Einsatz von Wasserlack ergeben sich relativ ungleichmäßige Temperaturverhältnisse
- für das Spritzen komplexer Formen nur beschränkt einsetzbar

Erwärmung im Materialschlauch

Bei diesem Konzept wird der zuführende Materialschlauch mit einem Wärmemedium (zumeist Thermoöl) umspült. Dadurch ergeben sich sehr konstante Temperaturverhältnisse bis zur Spritzpistole.

Vorteil:

- ideal für den Einsatz bei Wasserlacken

Nachteil:

- nicht geeignet für Hartwachse
- unhandlicher Thermoschlauch

Die verschiedenen Systeme werden auch in Kombination angeboten, um die Einsatzmöglichkeiten zu erweitern.

Lacktrocknung

Während im industriellen Bereich die frisch lackierten Werkstücke in Trockenkanälen mit UV-Licht und Heißluft aushärten, werden im Handwerk hauptsächlich passive Trocknungssysteme eingesetzt. Die lackierten Teile verbleiben im Oberflächenbereich bis sie soweit ausgehärtet sind, dass sie weiterbearbeitet werden können.

Die Trocknung sollte möglichst **räumlich oder lüftungstechnisch getrennt vom Lackieren** erfolgen. Ein gleichzeitiges Lackieren und Trocknen im selben Raum erhöht die Belastung des Mitarbeiters erheblich. Die beim Trocknungsprozess freiwerdenden Lösemittel gelangen über die Absaugwirkung in den Arbeitsbereich des Mitarbeiters. Zudem steigt das Risiko, dass frische Lackpartikel auf bereits angetrockneten Lackoberflächen gelangen.

Auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Oberflächenbereich > Konzeptionen werden Hinweise gegeben für die **Konzeption von Spritz- und Trocknungsbereichen**.

Die Trocknungsdauer wird wesentlich von folgenden **Faktoren** beeinflusst:

1. **Lufttemperatur** (größer 20 °C)
2. **Luftfeuchtigkeit** (50 - 60 %)
3. **Luftbewegung** (bis 0,2 m/s)
4. **Nassfilmdicke**

Je besser diese Faktoren im Oberflächenbereich gesteuert werden können, desto bessere Oberflächenergebnisse sind zu erwarten. Für die **Trocknung kann eine Oberflächenabsaugung auch im Kreislauf geführt werden**, wenn kein Verarbeiter sich im Trockenraum befindet. Dadurch lässt sich die Trocknung erheblich beschleunigen, ohne dass der Wärmeverlust zu groß wird.

Für die Ablage der frisch behandelten Teile werden zumeist **Hordenwagen** eingesetzt. Diese weisen üblicherweise eine Scherenverbindung auf, um den Abstand der Auflagen an die Werkstücklänge anpassen zu können. Bei dem im folgenden Bild dargestellten Modell wurden zudem die Auflagen V-förmig ausgebildet. Dies erlaubt eine maximale Flexibilität bei der Ablage unterschiedlich geformter Teile.

Bild: Hordenwagen mit V-förmigen Ablagen

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

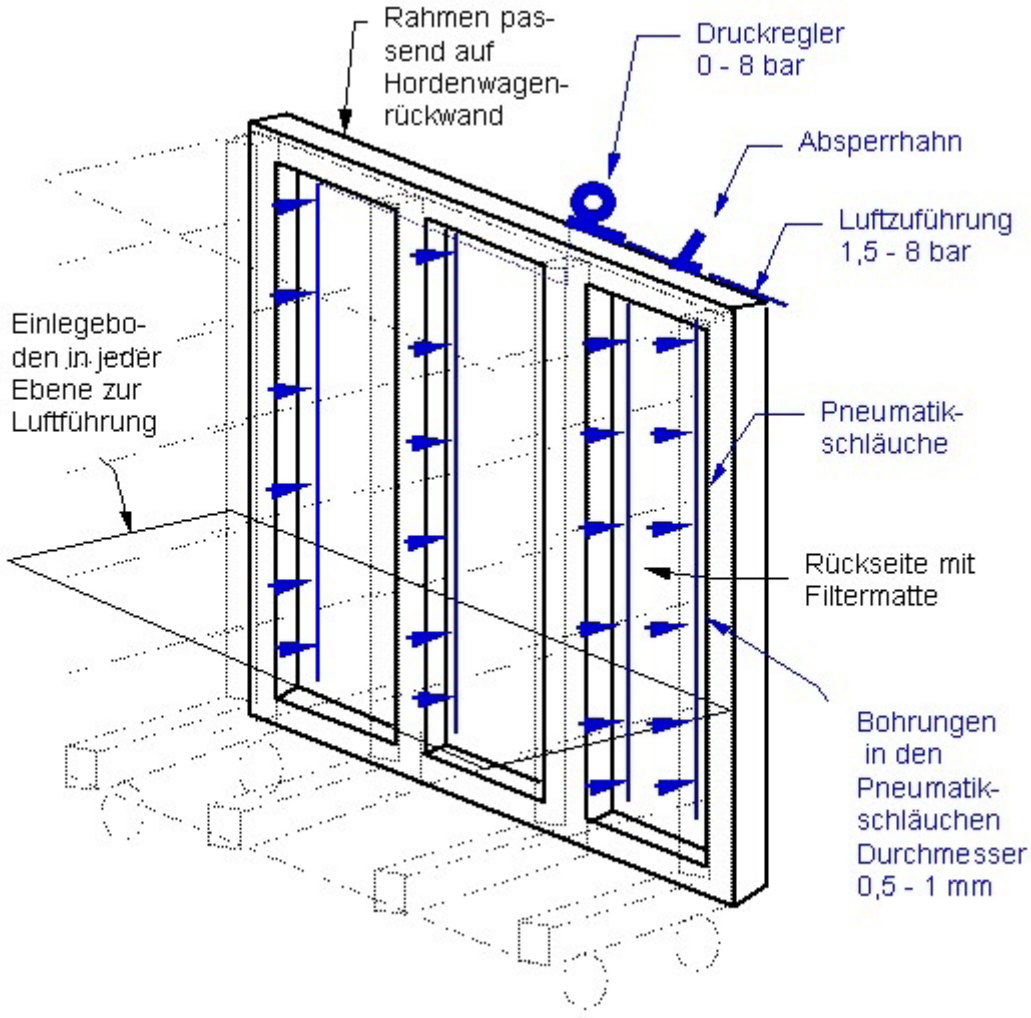
Ablüftversuche haben gezeigt, dass Wasserlacke bei idealen Bedingungen, d.h. Temperaturen von rund 40 °C und einer Luftbewegung an der Holzoberfläche in der Größenordnung von 0,5 - 1,5 m/s, je nach Schichtdicke etwa 10 - 15 Minuten benötigen, bis sie staubtrocken sind.

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) hat mit dem Landesverband Schreinerhandwerk **einen belüfteten Hordenwagen entwickelt**, **mit dem die Trocknung um bis zu**

75 % verkürzt werden kann. Für die Trocknung ist es wichtig, dass die Luft langsam und gleichmäßig über die Oberfläche strömt. Die Luftgeschwindigkeit darf dabei 0,2 m/s nicht überschreiten, da es sonst zu Lackfilmbildungsstörungen und Rissbildung kommen kann.

Ventilatoren können dafür nicht eingesetzt werden, da sie Luftturbulenzen verursachen und Staub aufwirbeln. Aus Düsen ausströmende Druckluft eignet sich zur Beschleunigung der Trocknung in idealer Weise, da sie staubfrei und trocken ist. Durch eine geeignete Anordnung von Ausblasdüsen und durch Leitbleche kann eine gleichmäßige Luftströmung erzeugt werden.

Bild: Konstruktion des belüfteten Hordenwagens



Quelle: Landesfachverband Schreinerhandwerk, 2002

Das folgende Bild zeigt den fertigen Hordenwagen:

Bild: Hordenwagen mit Druckluftbelüftung

Quelle: Landesfachverband Schreinerhandwerk, 2002

Für die **Materialkosten des Wagens** wurden rund 500 Euro ermittelt. Nähere Informationen dazu können beim Landesfachverband Schreinerhandwerk eingeholt werden.

Handarbeitsplätze

Während im Maschinenbereich die Arbeitsabläufe eindeutig strukturiert sind, ist es im Handarbeitsbereich sehr viel schwieriger, den Arbeitsfluss zu planen. Hier vermischen sich Hand- und Maschinenarbeit. Die spezifischen Anforderungen an den jeweiligen Auftrag bedingen sehr unterschiedliche Abläufe und Bearbeitungen. Daraus ergeben sich in der **Praxis typische Schwierigkeiten**:

- Der Zeitbedarf für den Handarbeitsbereich ist sehr viel schwieriger abzuschätzen als im Maschinenbereich.
- Das Einrichten des jeweiligen Arbeitsplatzes kann durch vielfältige Suchvorgänge nach Schrauben, Beschlägen, Spannhilfen usw. recht lang dauern. Dafür werden oft mehrere Kilometer pro Tag zurückgelegt.
- Die vielfältige Nutzung von Maschinen im Handarbeitsbereich erhöht das Unfallrisiko. Versorgungsleitungen und Absaugschläuche erschweren das Arbeiten und erhöhen die Stolpergefahr.
- Starre Arbeitssysteme führen oft zu ungünstigen Arbeitspositionen. Der Mitarbeiter muss sich den Arbeitseinrichtungen anpassen.

- Die vielfältigen Auftragsgrößen in Verbindungen mit einem häufigen Zwischenlagern von halbfertigen Teilen führen zu erheblichen Platzproblemen. Die Transportwege werden verstellt. Der Arbeitsbereich kann dem Auftragsbedarf nicht flexibel angepasst werden.

Für die Produktivität kommt dem Handarbeitsbereich eine zunehmend wichtigere Bedeutung zu. Die maschinentechnische Ausstattung ist in den meisten Betrieben auf einem hohen Niveau. Der Zeitbedarf verlagert sich zunehmend in die Bereiche **Bankarbeit und Montage**. Hier liegt der **Anteil der direkt produktiven Tätigkeiten im Regelfall unter 25 %**, d.h. mehr als dreiviertel der Anwesenheitszeit wird benötigt für:

- **Suchvorgänge**
- **Transportieren** von Teilen
- **Rückfragen** und Informationsbeschaffung
- **Einrichten** von Arbeitsplätzen

Eine gute Strukturierung und Organisation im Handarbeitsbereich kann vielfach sehr viel mehr zur betrieblichen Gesamtproduktivität beitragen als eine neue Maschine.

Bild: Gut eingerichteter Handarbeitsbereich

Dazu ist es erforderlich, sehr eng mit den Mitarbeitern zusammen diesen Bereich zu analysieren und gemeinsam Verbesserungsmaßnahmen anzugehen.

Folgende Stichpunkte können dafür eine erste Anregung sein:

- Gestaltung des **Arbeitsbereichs**
- **Ver- und Entsorgung** mit Energie und Absaugleistung
- Sicherer Umgang mit **Handmaschinen**
- Optimierung durch **Funktionseinheiten**
- Mobile Nutzung von **Spannhilfen**

Arbeitsbereich

Der Arbeitsbereich eines jeden Mitarbeiters im Handarbeitsbereich ist traditionell von seiner Hobelbank geprägt. Sie steht geradezu für das Schreinerhandwerk, kann aber in der heutigen Zeit vielen Anforderungen nicht mehr gerecht werden.

- **Zugänglichkeit**
  Da die Werkbänke zumeist an den Wänden stehen, sind die darauf bearbeiteten Teile nur von vorne zugänglich.
- **Spannmöglichkeiten**
  Das Einspannen von Werkstücken in der Werkbank ist zwar grundsätzlich möglich, aber bei all den unterschiedlichen Teilen sehr zeitaufwändig.
- **Arbeitshöhe**
  Die Arbeitshöhe ist starr und kann unterschiedlichen Bearbeitungsanforderungen nicht gerecht werden.
- **Energieversorgung**
  Die Verfügbarkeit von Strom, Druckluft und Absaugung ist aus Platzgründen oft schwierig. Die angeschlossenen Elektrokabel behindern das Arbeiten und erhöhen die Stolpergefahren.

Traditionell hat jede Hobelbank auch ihren Werkzeugkasten. Die Werkzeuge sind entweder in der Hobelbank abgelegt oder an der Wand in einem Werkzeugschrank. Häufig müssen die Mitarbeiter aber ihre Werkzeuge sehr mobil einsetzen, sei es dass sie diese auf die Baustelle mitnehmen oder innerhalb der Werkstatt an verschiedenen Arbeitsplätzen benötigen. Dies führt dazu, dass diese starren Werkzeugschränke nur noch sehr bedingt benutzt werden.

Für moderne Handarbeitsplätze sind andere **Forderungen** zu stellen:

- Das **Handwerkzeug** muss in einer Werkzeugkiste bevorratet werden, die **mobil an unterschiedlichen Arbeitsplätzen zum Einsatz** kommen kann.
- Die **Arbeitshöhen** müssen sich entsprechend den verarbeiteten Teilen **variabel** anpassen können.
- Die **Energieversorgung** ist möglichst flexibel **von der Decke** her zu gewährleisten.
- Die **Spannmöglichkeiten** müssen schnell unterschiedlichste Teilearten fixieren können.
- Den **vorhandenen Platz gilt es flexibler zu nutzen**, um schnell kleine wie auch große Aufträge zusammenbauen und montieren zu können.

Werkzeugwagen

Das nachfolgende Bild stellt einen Werkzeugwagen dar, dessen Einheiten unterschiedlich genutzt und einfach mit auf die Baustelle genommen werden können.

Bild: Mobiler Werkzeugwagen

Quelle: BM 9/2004 S. 78

Die obere Fläche eines solchen Werkzeugwagens kann als Ablage für Handwerkzeuge und Maschinen in der Bearbeitung dienen. Die Einschübe können Schraubenkästen für den eigenen

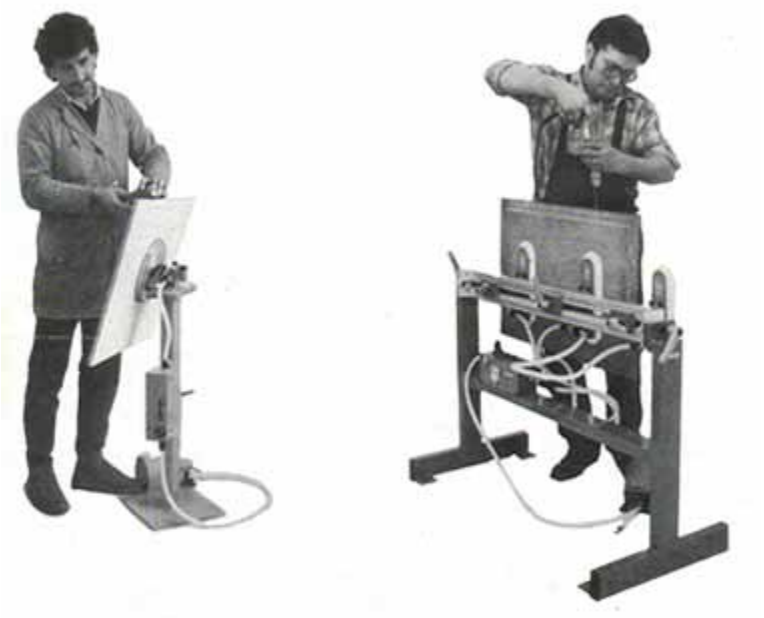
Arbeitsbereich aufnehmen, die dann auch auf der Baustelle zum Einsatz kommen. Im unteren Teil können auch Kommissionswaren wie Beschläge, Formteile oder Ähnliches für den Auftrag zwischengelagert werden.

Es empfiehlt sich aber, dass man den Werkzeugwagen für seinen eigenen Betrieb selbst entwickelt und baut. Das verbessert den Nutzen und stärkt die Motivation der Mitarbeiter.

Vakuum-Ständer

Um schnell ganz unterschiedliche Teile an einem Arbeitsplatz fixieren zu können, haben sich Vakuumständer bewährt. Sie können mobil zu verschiedenen Orten gerollt und mit einem Stromanschluss in Funktion gesetzt werden.

Bild: Vakuum-Arbeitsständer erfüllen die Anforderungen an einen modernen Montagearbeitsplatz besser



Flexible Arbeitshöhe

Hubwagen können nicht nur dazu genutzt werden, die zu bearbeitenden Teile innerhalb der Werkstatt zu transportieren, sondern auch direkt zu bearbeiten. Durch die Hubfähigkeit können sie unterschiedlichen Arbeitshöhen angepasst werden. Sie sollten allerdings ausreichend groß und stabil sein, um die erforderlichen Bearbeitungen darauf sicher ausführen zu können.

Bild: Hubwagen mit variabler Arbeitshöhe

Quelle: BM 8/2004 S. 41

Persönlicher Arbeitsschrank

Die Werkbank hat die Funktion eines persönlichen Arbeitsschrankes. Sie nimmt aber sehr viel Platz weg und wird in der Praxis häufig nur als Ablagefläche genutzt. Wenn man die Hobelbank entfernt, sollte der Mitarbeiter gleichwohl die Möglichkeit haben, persönliche Dinge, Hilfsmittel, Putzutensilien, Schrauben und Ähnliches in einem persönlichen Schrank abzulegen.

Das dargestellte Bild zeigt einen Arbeitsschrank, der von zwei Mitarbeitern genutzt wird. Einer der Mitarbeiter ist viel auf Montage, während der andere überwiegend in der Werkstatt arbeitet. Der Schrank enthält einen Anschluss für die Ladestationen der Akkus der Handmaschinen.

Bild: Persönlicher Arbeitsschrank

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Wichtig ist, dass die Mitarbeiter sich **ihren Schrank selbst entwerfen**. Dies ist fast immer besser, als fertige Lösungen zu kaufen!

Ver- und Entsorgung

Der Handarbeitsbereich ist heute geprägt von einer Vielzahl von Maschinen und Einrichtungen, die alle mit Energie versorgt werden müssen. Die Maschinen erzeugen Späne und Stäube, die aus gesundheitlichen Gründen weitestgehend erfasst werden müssen. Die reine Handarbeit ist die Ausnahme geworden. Folgende **Funktionen** müssen am Arbeitsplatz zur Verfügung stehen:

- Mehrere **Stromanschlüsse** für die Handmaschinen
- **Druckluftanschluss** für druckluftbetriebene Geräte
- **Absauganschlüsse** für die spanerzeugende Maschinen

Idealerweise werden diese Funktionen **von der Decke** aus bereitgestellt. Dadurch wird verhindert, dass es bei den vielen Anschlusskabeln zu Stolperfallen kommt. Auch die Absaugung ist sehr viel

einfacher von der Decke aus zuzuführen. Dies erleichtert deren Handhabung und der Schlauch verhakt sich nicht im Arbeitsbereich.

Bild: Energieversorgung und Absaugung am Handarbeitsplatz

Derartige Lösungen können punktuell im Raum von der Decke eingerichtet werden, z.B. über einen Schwenkarm, der einen größeren Arbeitsbereich abdeckt. In der Funktionseinheit können mehrere Handmaschinen angeschlossen und bei Bedarf in die Haken eingehängt werden.

Absaugung von Handmaschinen

Für die Absaugung ist ein geeigneter Staubsauger erforderlich, oder, wie im oberen Bild dargestellt, ein Entstauber, an dem mehrere Absaugplätze angeschlossen werden können. Gerade im Handarbeitsbereich ist die Erfassung von Stäuben und Spänen vergleichsweise schwierig. Nach den **Vorgaben der Holz-Berufsgenossenschaft** müssen Handmaschinen wie folgt abgesaugt werden:

Tabelle: Art der Absaugung von Handmaschinen

Handmaschine	Anforderung an die Absaugung
Handkreissäge	Anschluss an einen Staubsauger
Stichsäge mit Spanflugschutz	Absaugung verzichtbar
Handoberfräse	Anschluss an einen Staubsauger
Lamellofräser	Anschluss an einen Staubsauger
Handbandschleifmaschine	integrierte Absaugung mit Staubbeutel und Absaugung über

	Absaugtisch, bei mehr als 1/2 Std. pro Schicht alternativ Absaugung über Staubsauger
Exzenterschleifer	integrierte Absaugung mit Staubbeutel und Absaugung über Absaugtisch, bei mehr als 1/2 Std. pro Schicht alternativ Absaugung über Staubsauger
Schwingschleifer	integrierte Absaugung mit Staubbeutel und Absaugung über Absaugtisch, bei mehr als 1/2 Std. pro Schicht alternativ Absaugung über Staubsauger
Handhobelmaschine	Anschluss an einen Staubsauger

Quelle: Holz-BG, BGI 739 Holzstaub, 8/2002

Bei der Absaugung von **Handkreissägemaschinen** wie auch beim **Schleifen von größeren Gegenständen** kann bislang **der Staubgrenzwert von 2,0 mg/m³ nicht dauerhaft sicher eingehalten** werden. Für sie gilt ein Luftgrenzwert von 5 mg/m³.

Gerade bei Handschleifarbeitsplätzen empfiehlt sich der Einsatz von Absaugtischen oder Schleifbereichen. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub.

Staubsauger

In jedem Fall ist für die Absaugung ein **wirksamer Staubsauger erforderlich**. Dieser muss in der Werkstatt an verschiedenen Arbeitsplätzen zum Einsatz kommen und wird auch auf der Baustelle benötigt. Von daher sollte er **gut transportabel sein und einfach in der Handhabung**.

Wichtig ist zudem, dass der Staubsauger von der angeschlossenen Maschine angesteuert wird und automatisch an- und abstellt.

Bild: Staubsauger im Einsatz

Industriestaubsauger und Entstauber mit einem Staubsammelvolumen von mehr als 50 Liter und einer elektrischen Aufnahmeleistung von mehr als 1,2 kW müssen **zündquellenfrei** (Bauart 1) gebaut werden. Derartige Staubsauger weisen die nebenstehende Kennzeichnung auf.

Handmaschinen

Die Vielzahl der Handmaschinen am Markt lässt sich kaum umfassend beschreiben. Von daher konzentriert sich die folgende Darstellung auf wichtige Typen:

1. Handkreissäge
2. Stichsäge
3. Handhobel
4. Handoberfräse
5. Lamellofräser
6. Winkelscheifer
7. Nagler

Allgemein werden Handmaschinen der **Gefährdungsstufe II** zugeordnet. Es besteht ein **erhebliches Verletzungsrisiko durch Berühren des Werkzeuges oder durch wegfliegende Teile**.

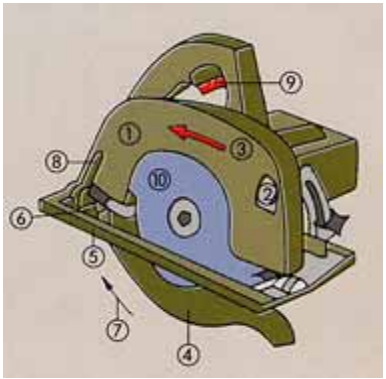
Von daher ergeben sich folgende **allgemeine Hinweise zur Handhabung** und Sicherstellung eines ausreichenden Arbeitsschutzes:

- Vor jeder Nutzung sollte kontrolliert werden, ob alle erforderlichen Schutzeinrichtungen an der jeweiligen Maschine vorhanden sind. **Insbesondere ist zu prüfen, ob die Anschlussleitung oder Gerätestecker keine Beschädigungen aufweisen!**

- Den Stecker nicht durch Ziehen an der Anschlussleitung herausziehen.
- **Zum Werkzeugwechsel ist die Maschine immer von der Energiezufuhr zu trennen!** Gleiches gilt für Reparaturen und die Beseitigung von Störungen.
- Vor dem **Ablegen der Maschine** den **Werkzeugstillstand abwarten** und darauf achten, wo man die Maschine ablegt!
- **Handkreissäge, Handoberfräse und Handhobel sollten immer an einen Staubsauger angeschlossen** werden. Bei der schleifenden Maschine zumindest mit einem integrierten Staubsack arbeiten.
- Handmaschinen weisen eine **hohe Lärmbelastung** auf. Dabei können Spitzenwerte von mehr als 90 **dB(A)** auftreten. Es empfiehlt sich deshalb, **auch bei kurzen Laufzeiten einen Gehörschutz zu tragen**!

- Scharfe Werkzeuge tragen zur Lärmminderung bei und verbessern die Handhabung der Maschinen. Stumpfe Werkzeuge erzeugen starke Widerstände bei der Bearbeitung und erhöhen so das Risiko, dass die Maschinen verkanten oder sich festsetzen.

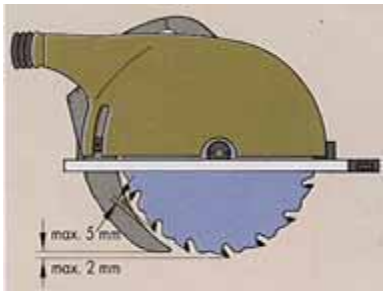
Handkreissägen



1 Feste Verkleidung
2 Späneauswurföffnung, Absauganschluss
3 Drehrichtungsangabe für das Sägeblatt
4 Bewegliche Schutzhaube
5 Führungsplatte, Sägetisch
6 Spaltkeil
7 Öffnungsrichtung der beweglichen Schutzhaube
8 Spaltkeilhalterung
9 Handgriff mit EIN-AUS-Schalter

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handkreissägen zählen zu den wichtigsten Handmaschinen im Betrieb. Die Verletzungsgefahr ist verhältnismäßig groß. Deshalb ist darauf zu achten, dass **die bewegliche Schutzhaube das Kreissägeblatt bis auf wenige Grad immer vollständig abdeckt**.



Zur Verringerung der Rückschlaggefahr darf der Spaltkeil max. 5 mm vom Sägeblatt entfernt sein. In der Tiefe darf das Sägeblatt nur bis zu 2 mm über das Sägeblatt hinausragen. Der Spaltkeil selbst darf nicht dicker als Schnittfugenbreite und nicht dünner als der Sägeblattgrundkörper sein.

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Durch den Einsatz von Führungsschienen wird die Genauigkeit deutlich verbessert und das Unfallrisiko verringert.

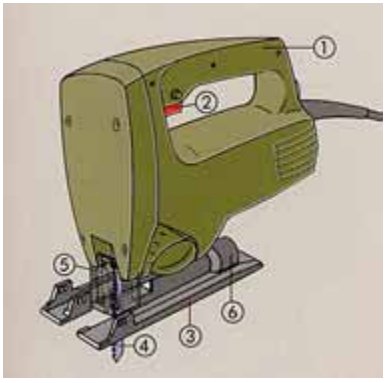
Bild: Einsatz von Führungsschienen bei Handkreissägen

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handkreissägen werden auf der Baustelle häufig **zu kompletten Tischkreissägen ausgebaut**. Für eine ausreichend ergonomische Arbeitsweise ist es sinnvoll, die Maschine mit einem Untergestell einzusetzen.

Bild: Ausbau einer Handkreissäge zur Tischkreissäge

Stichsägen



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Führungsplatte, Sägetisch
4 Sägeblatt
5 Berührungsschutz oberhalb des Führungstisches
6 Absauganschluss

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

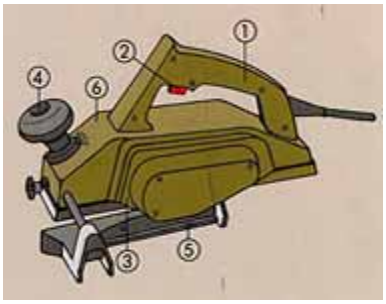
Beim **Herstellen von Ausschnitten** sollten die Ansetzpunkte durch **Bohrungen** erfolgen, deren **Durchmesser mindestens 3 mm größer als die Sägeblattbreite** sind, um ein Klemmen im Ansetzpunkt zu vermeiden.

Darauf achten, dass sich **das Sägeblatt während des Schneidevorgangs unter dem Werkstück frei bewegen kann.** Gerade bei Ausschnitten in Decken- oder Wandverkleidungen ist das nicht immer ausreichend erkennbar. Hier ist mit besonderer Vorsicht zu arbeiten.

Bild: Spannen des Werkstücks bei der Stichsäge

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handhobel



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Messerwelle (nicht sichtbar)
4 Hobeltiefeneinstellung
5 Führungsanschlag
6 Absauganschluss (nicht sichtbar)

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handhobelmaschinen kommen fast nur auf der Baustelle zum Einsatz, wo sie der Anpassung von Kanten und Leisten dienen.

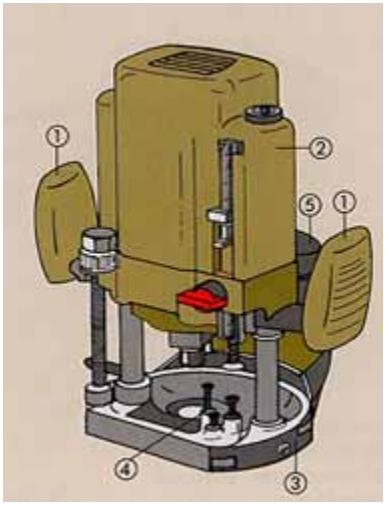
- Die **Werkstücke** sind bei der Bearbeitung **sicher einzuspannen**, damit sie nicht abrutschen können.
- Vorgesehene Spanabnahme einstellen und die **Maschine mit dem vorderen Teil auf dem Werkstück aufsetzen**.
- **Nach Beendigung** des Arbeitsganges die Maschine **sofort ausschalten** und erst nach Auslaufen der Messerwelle ablegen. Dabei darauf achten, **dass die Maschine nicht auf die Messerschneiden gestellt wird!**

An Handhobelmaschinen sind nur runde Messerwellen mit einem Schneidenüberstand von max. 1,1 mm zulässig.

Die Messer müssen formschlüssig befestigt sein.

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handoberfräse



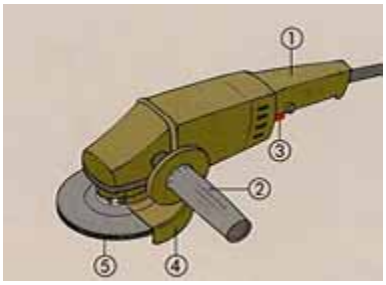
1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Führungsplatte, Frästisch
4 Tiefeneinstellung
5 Späneabsauganschluss

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handoberfräsen dienen im Werkstattbereich dem Einlassen von Beschlägen und dem Anfräsen spezieller Holzverbindungen. Dafür haben sich vielfach **Führungsschienen und Schablonen** bewährt, um ein sauberes Arbeiten zu ermöglichen.

Bild: Variable Führungsschiene für die Handoberfräse

Winkelschleifer



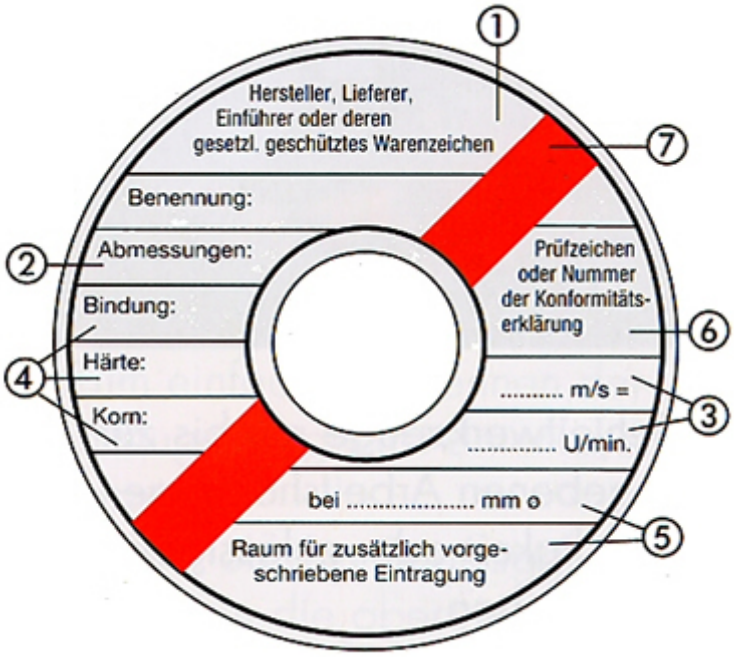
1 Handgriff
2 Zusatzgriff
3 EIN-AUS-Schalter
4 Schutzhaube
5 Schleifkörper

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Winkelschleifer dienen auf der Baustelle dazu, Steine, Metall oder Mauerwerk zu bearbeiten. In der Werkstatt kommen sie normalerweise nicht zum Einsatz.

Grundsätzlich ist die Maschine nur mit Schutzhaube einzusetzen. Diese muss mindestens 175 ° des Schleifkörperumfangs abdecken.

Der Schleifkörper ist nach dem zu bearbeitendem Material auszuwählen. Die Schleifkörper sind gesondert gekennzeichnet, um deren Einsatzgebiet genau zu beschreiben.



1 Hersteller
2 Nennmaße
3 max. zul. Drehzahl Arbeitsgeschwindigkeit
4 Schleifmittel und Bindung
5 Verwendungs-beschränkungen
6 Prüfvermerk oder Prüfzeichen
7 Farbstreifen für Arbeitsgeschwindigkeit

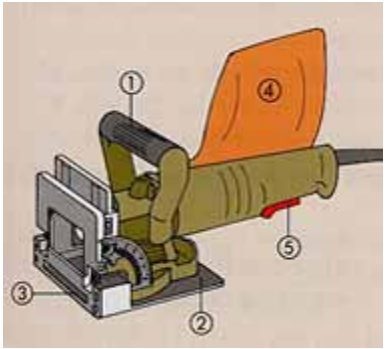
blau = max. 50 m/s
gelb = max. 63 m/s
rot = max. 80 m/s
grün = max. 100 m/s

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

- Die Schleifwerkzeuge dürfen **nur bis zur angegebenen Arbeitshöchstgeschwindigkeit** oder zulässigen Drehzahl betrieben werden.
- Nach jedem Befestigen einer Schleifscheibe einen **Probelauf** von mindestens 30 Sekunden vornehmen.
- Zur Bearbeitung das Werkstück **ausreichend gegen Verschieben sichern**.
- Maschinen **immer beidhändig führen**. Nicht verkanten! Die Trennscheiben können zerspringen.

Durch die Bearbeitung mit Winkelschleifern entsteht ein großer Funkenflug. Die **Brandgefahr ist außerordentlich hoch**. Im Umfeld dürfen keine brennbaren Gegenstände sein. **Abgeschliffene heiße Metallteilchen können bis zu 10 m weit fliegen**.

Lamellofräser



1 Handgriff
2 Führungsplatte
3 Fräswerkzeug (nicht sichtbar)
4 integrierte Späneabsaugung
5 EIN-AUS-Schalter

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

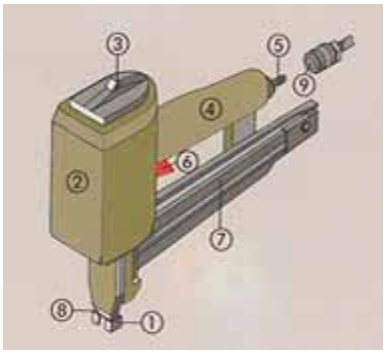
Mit Lamellofräsern werden spezielle Holzverbindungen angefräst, die über einen blättchenförmigen Dübel miteinander verbunden werden.

Gerade **kurze Teile** neigen beim Lamellofräsen zum Wegrutschen. Hier ist es besonders wichtig, diese **ausreichend festzuspannen** oder mit Stützwinkeln zu arbeiten.

Bild: Festspannen von Werkstücken beim Lamellofräsen

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Nagelgeräte



1 Auslösesicherung
2 Gehäuse
3 Aufhänger
4 Handgriff
5 Anschlussnippel
6 Auslöser
7 Magazin
8 Mündung
9 Schnellkupplung

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Nagelgeräte dienen dazu, sehr schnell hakenförmige Stifte in das Holz einzutreiben. Damit lassen sich Verkleidungen, Kisten oder Verschalungen schnell montieren.

Die Geräte sind je nach Verwendungszweck mit **unterschiedlichen Auslösesytemen** ausgerüstet:

- Einzelauslösung
- Einzelauslösung mit Sicherungsfolge
- Kontaktauslösung
- Dauerauslösung

Für die verwendeten Stifte und Nägel gibt es leider keine eindeutigen Normen, sodass man **herstellerbezogen für jedes Gerät eigene Stifte bevorraten** muss. Eine fehlerhafte Verwendung kann zu einem Blockieren der Geräte führen.

Nagelgeräte, die mit einem auf der Spitze stehenden Dreieck gekennzeichnet sind, nur mit wirksamer Auslösesicherung betreiben.

Geräte mit Kontaktauslösung oder Dauerauslösung dürfen nicht verwendet werden:

- auf Baustellen oder wechselnden Arbeitsplätzen
- zum Schließen von Kisten oder Verschlägen
- zum Anbringen von Transportsicherungen auf Fahrzeugen.

Diese Geräte sollten mit folgender **Kennzeichnung** versehen sein:

Bild: Kennzeichnung Nagelgeräte mit Kontaktauslösung

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Funktionseinheiten

Auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Handmaschinen werden Vorschläge beschrieben, wie die vielen unterschiedlichen Handmaschinen im Betrieb gelagert werden können, damit sie leichter von den Mitarbeiter gefunden und funktionsfähig gehalten werden können.

Im Betriebsalltag müssen Handmaschinen oft innerhalb der Werkstatt an verschiedenen Orten genutzt werden. Dabei ist es hilfreich, gleichartige Maschinen in einem gemeinsamen System zu transportieren. Derartige **Funktionseinheiten** können neben den Handmaschinen alles enthalten, **was für bestimmte Arbeitsgänge zusätzlich zu den Maschinen erforderlich** ist. Damit konzentriert man alle Arbeitsmittel für Arbeitsgänge, die an verschiedenen Arbeitsplätzen im Betrieb vorkommen:

- **Schleifen**
  Handschleifpapiere, Schleifmaschinen, Schleifscheiben...
- **Oberflächenfinish**
  Reinigungsmittel, Retuschiermittel, Lappen, Stifte...
- **Verleimen**
  Vorlagen, Zwingenwagen, Hilfsmittel, Lappen...
- **Montagen von bestimmten Beschlägen**
  Oberfräse, Schablonen, Beschläge, Schrauben...

Bild: Funktionseinheiten für Arbeitsmittel eines Arbeitsgangs

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die hier dargestellten Kisten können in diesen Funktionseinheiten eingeschoben aber auch bei Bedarf mit auf die Baustelle genommen werden. Sie sind so ausgestattet, dass sie mit einem Haltegriff getragen und einfach aufeinander gestellt werden können, damit sie beim Transport nicht gegenseitig verrutschen.

Für **gleichartige Montagen (**z.B. Einsetzen von Türen) empfiehlt es sich, eine **Standardausrüstung zusammenzustellen**, die in einer Funktionseinheit zusammengefasst wird. Mit entsprechender Kennzeichnung versehen verringert dies die Suchzeiten.

Zwingen

Viele Einzelteile eines Produkts können nicht mechanisch miteinander verbunden, sondern müssen verklebt werden:

- Anbringen von Kanten an runden Teilen
- Erstellen von Profilen und Winkeln
- kleinere Korpus- und Kastenelemente
- Verbinden komplexerer Flächenelemente

Das Verleimen derartiger Elemente ist recht zeitaufwändig. Deshalb ist es hilfreich **für jeden Anwendungsfall, die richtigen Spannhilfen** einzusetzen. Dabei kommen ganz unterschiedliche **Typen** zum Einsatz:

- Spanngurte
- Eckzwingen
- Kantenzwingen
- Standardzwingen
- Holzzwingen
- Sonderzwingen

Für das Verleimen von auf Gehrung geschnittenen Einzelelementen hat sich vielfach Pack-Klebeband bewährt. Damit lassen sich auch schwierige Verbindungen ausreichend miteinander verspannen, bis der verwendete Leim ausgehärtet ist.

In vielen Betrieben werden die Zwingen auf einem so genannten **Zwingenwagen** aufbewahrt. Diese Wägen sind aber oft so schwer, dass sie praktisch nicht mehr mobil im Einsatz sind, sondern die Zwingen einzeln von den Mitarbeitern zum jeweiligen Arbeitsplatz getragen werden. **Die besonders großen Zwingen sollten immer extra gelagert werden.** Sie sind sehr schwer und verhindern eine mobile Nutzung des Zwingenwagens.

Bild: Zwingenwagen mit Zulagenbehälter

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Zulagen sind in jedem Betrieb ein wichtiges Thema. Oftmals "hortet" jeder Mitarbeiter seine Zulagen in seiner Hobelbank. Besser ist es, diese wie im Bild dargestellt in **einem gemeinsamen Behälter** zusammenzuführen. Die farbliche Kennzeichnung unterstützt die Längenzuordnung. Der Behälter ist rollbar und kann einfach zum jeweiligen Arbeitsplatz mitgeführt werden.

Auch die Zwingen können farblich entsprechend ihrer Länge gekennzeichnet werden.

Baustelle

Im Vergleich zur Arbeit im Betrieb sind Baustellen im Hinblick auf den Arbeitsschutz und die Qualität der Produkte mit erheblichen Risiken behaftet. Da zunehmend auch vorgefertigte Teile in den Schreinereien für die Montage verwendet werden, hat ihre Bedeutung deutlich zugenommen. Die Abläufe auf der Baustelle lassen sich nur bedingt planen. Es ergeben sich oft Zeitprobleme, die zu Termindruck führen und das Unfallrisiko erhöhen.

Der Arbeitsplatz Baustelle muss immer wieder neu eingerichtet werden. Entsprechend dem jeweiligen Auftrag müssen neben den einzubauenden Teilen auch bestimmte Maschinen, Werkzeuge und Arbeitshilfen eingeplant werden. Hier bietet es sich an, **bereits beim Aufmass die typischen**

Problempunkte zu erfassen, damit diese Informationen für die Montage rechtzeitig zur Verfügung stehen:

- Anfahrtbeschreibung
- Ansprechpartner
- Parkmöglichkeiten
- Schlüsselsituation
- Abstellmöglichkeit von Baumaschinen oder Werkzeugen
- Beschaffenheit des Untergrundes
- Kleinster Durchgang
- Treppenhaussituation, Nutzungsmöglichkeiten von Aufzügen
- Leitern, Gerüste erforderlich
- Elektrische Anschlüsse
- usw.

Fahrzeuge, die regelmäßig für die Montage verwendet werden, sollten speziell ausgebaut werden. Dies erleichtert das Beladen und stellt im ausreichenden Umfang Befestigungsmittel und Werkzeuge auf der Montage zur Verfügung. Nähere Hinweise zu **Montagefahrzeugen** können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Materialtransport > Montagefahrzeuge eingesehen werden.

Gerade beim Einsatz mehrerer Fahrzeuge ergeben sich **erhebliche Einsparmöglichkeiten durch ein geschicktes Flottenmanagement**. Hinweise dazu können im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Transport nachgelesen werden.

Der **Abstimmung mit anderen Gewerken** kommt auf der Baustelle besondere Bedeutung zu. Bei vielen Einbausituationen ist man voneinander abhängig. Die Nutzung von Baukränen kann hilfreich für den Antransport der Fenster sein. Gerüste, Ver- und Entsorgungseinrichtungen können gemeinsam genutzt werden. Hier sollte sich der Schreiner **frühzeitig mit dem zuständigen Baustellenkoordinator abstimmen**, um einen ausreichenden Arbeits- und Unfallschutz auf der Baustelle zu ermöglichen.

Häufig wird vom Bauherrn schon bei der Ausschreibung der einzelnen Gewerke eine **Gefährdungsbeurteilung für die durchzuführenden Bau- und Montagearbeiten gefordert**. In diesen Fällen kann der ausgefüllte **"Check für Sicherheits- und Gesundheitsschutz für Bau- und Montagearbeiten"** dem Angebot beigefügt werden. Er kann von der Internetseite der Holz-Berufsgenossenschaft herunter geladen werden.

Bauarbeiten müssen von fachlich geeigneten Vorgesetzten geleitet werden. Die Durchführung der Arbeiten ist im Hinblick auf typische Unfallrisiken zu kontrollieren. Handmaschinen, Leitern oder Gerüste sind vor der Nutzung zu prüfen. Die Mitarbeiter müssen im Umgang damit **unterwiesen** sein.

Handmaschinen werden häufig in der Werkstatt und auf der Baustelle eingesetzt. Die damit einhergehenden Sicherheitsanforderungen und Hinweise zur Handhabung können auf der Seite Schreiner > technologien > Handarbeitsplätze > Handmaschinen nachgelesen werden.

Das **Be- und Entladen** wie auch der Transport der Bauteile auf der Baustelle ist körperlich anstrengend. Stolperfallen, unzureichende Absturzsicherungen und Treppenhäuser müssen berücksichtigt werden. Transporthilfen schonen den Rücken und das Produkt.

Durch **unzureichende Sicherung der Ladung** entstehen viele Transportschäden und die Unfallgefahr nimmt deutlich zu. Eine ausreichende Ladungssicherung darf nicht aus Zeitgründen vernachlässigt werden.

Für die Arbeit auf der Baustelle sind häufig zusätzliche Hilfsmittel wie **Leitern oder Fahrgerüste** erforderlich. Sie weisen ein sehr hohes Unfallrisiko auf. Unzureichende Sicherung der Leitern, Unachtsamkeiten und falsche Handhabung sind häufige Unfallursachen. Durch eine ausreichende Unterweisung können hier viele Risiken vermieden werden. Bei gefährlichen Einbausituationen müssen den Mitarbeitern **Anseilgurte** zur Verfügung stehen, um Abstürze mit hohem Verletzungsrisiko zu vermeiden.

Ladungssicherung

Was nützt das schönste Möbel, wenn es durch den Transport zur Baustelle beschädigt wird? Die Ladung zu sichern ist wesentlich für die Produktqualität und für die Sicherheit. Ein hoher Anteil der Arbeitsunfälle findet bei Wegeunfällen statt. Für die Ladungssicherung ist der Mitarbeiter zuständig, der das Fahrzeug belädt. Aber auch auf der Fahrt hat der Fahrer sich bei längeren Fahrten regelmäßig davon zu überzeugen, dass die Ladung sicher verstaut ist.

Das Beladen von größeren Fahrzeugen und LKWs erfolgt idealerweise über eine Rampe. Um den Übergang zum Fahrzeug möglichst sicher zu gestalten, empfiehlt sich der **Einsatz von Ladebrücken**, die rutschhemmend ausgeführt sind.

Bild: Ladebrücke für das Beladen von der Rampe

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Die Kräfte, die beim Fahren - insbesondere in Kurven - auf die Ladung wirken, werden häufig unterschätzt. Die folgende Grafik verdeutlicht die Größenordnung der **auftretenden Massenkräfte**:

Bild: Massenkräfte im Fahrbetrieb

Quelle: DVR, Gesagt - Getan, 1999

Bei Kurvenfahrten zieht die Fliehkraft nach außen. 50 % des Ladungsgewichts muss die Sicherung aufnehmen. Beim Bremsen sind es schon 80 %. **Es ist ein gefährlicher Irrtum zu glauben, dass schwere Ladung "selbstliegend" sei und deshalb nicht ins Rutschen komme.** Ein Karton mit 6 kg Styropor schießt ebenso wie ein 50 kg schwerer Karton mit Metallteilen über die Ladefläche, wenn er erst einmal ins Rutschen gekommen ist.

Für das Beladen und Sichern sind folgende Punkte zu beachten:

- **Bauelemente immer einzeln befestigen**, damit die Oberflächen während der Fahrt nicht gegeneinander verrutschen.
- Die **Ladefläche gleichmäßig belasten**. Die Hauptlast sollte möglichst auf der Längsmittellinie des Fahrzeugs liegen.
- Maximale Nutzlast des Fahrzeugs beachten (zul. Gesamtgewicht minus Leergewicht). **Keine Überladungen!**
- **Spanngurte und flexible Bänder** können häufig einfacher gehandhabt werden. Eine mit Seilen befestigte Ladung kann sich eher wieder lockern.
- Auch **Werkzeugkisten** und sonstige Transportbehälter sind zu **sichern**.

Bild: Verspannen von Werkzeugen auf der Ladefläche

Quelle: DVR, Geladen und gesichert, 1999

Beim **Überstehen von Ladungsteilen** ist wie folgt vorzugehen:

nach vorne	Nach vorn darf die Ladung **grundsätzlich nicht überstehen**!
seitlich	Einschließlich Ladung darf die **Gesamtbreite 2,50 m nicht überschreiten**. Ragt die Ladung um mehr als 40 cm über die Bordkante hinaus, ist sie mit einer Leuchte zu kennzeichnen.
nach hinten	bis zu einer Entfernung von 100 km darf der **Überstand nach hinten 3,00 m** betragen. Bei längeren Strecken ist dieser auf max. 1,50 m begrenzt. Ragt das äußere Ende der Ladung mehr als 1 m über die Rückstrahler hinaus, ist es wie folgt zu kennzeichnen: • hellrote, 30 x 30 cm große Fahne mit Querstange • hellrotes 30 x 30 cm großes Schild • hellroter Zylinder 30 cm hoch, 35 cm Durchmesser

Bild: Kennzeichnung der Ladung bei mehr 1,00 m Überstand

Quelle: DVR, Geladen und gesichert, 1999

Transport

Das Entladen und Transportieren auf der Baustelle ist mit einigem Zeitaufwand und hohen Qualitätsrisiken verbunden. Beschädigungen beim Tragen der Elemente sind oft nur mühsam wieder zu beheben.

Bereits beim Entladen der Fahrzeuge ist darauf zu achten, dass das Abladen möglichst gleichmäßig erfolgt. Bei größeren Fenstern kommt es sonst zu einer Schieflage des Fahrzeugs. Dadurch kann die restliche Ladung kippen.

Gerade im Rohbau ist mit Stolperfallen und herausragenden Nägeln zu rechnen. Um die Verletzungsgefahr für die Füße zu minimieren, sind immer **Sicherheitsschuhe zu tragen**.

Beim Transportieren werden die Hände stark belastet. Wenn man dabei ins Schwitzen kommt, kann einem das zu tragende Teil entgleiten oder es wird zusätzlich verschmutzt. **Handschuhe schützen die Hände und die Werkstücke!**

Für den Transport von Bauteilen haben sich **Tragegurte** gut bewährt. Das Gewicht wird hierbei von der Schulter aufgenommen und das Kreuz weitestgehend geschont.

Bild: Tragegurte für den Transport von Fenstern

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Für den Transport in der Fläche werden gerne **kleine Rollwagen** verwendet, mit denen man gut Kastenmöbel oder Werkzeugkisten befördern kann. Im Treppenhaus kann mit sich mit geeigneten **Karren** gut behelfen und schont damit den Rücken.

Bild: Treppenkarre

Wo ein **Aufzug** vorhanden ist, kann er für den Transport eingesetzt werden. Dabei ist **auf die maximale Nutzlast des Aufzugs zu achten**. Gerade bei schweren Fenstern kann diese schnell erreicht werden.

Beim Anliefern von Fenstern kann auch mit einem **Baukran** gearbeitet werden. Schwere Fenster können so in größeren Wohneinheiten gut zum Montageort befördert werden. Dieses Vorgehen wird aber zumeist mit anderen Gewerken abzustimmen sein.

Im Treppenhaus sollte zunächst die **Trittsicherheit der Stufen und Podeste geprüft werden**, bevor die Teile transportiert werden. Gerade im Rohbau ergeben sich häufig **Stolperfallen**, die man beim Transportieren leicht übersehen kann.

Bei einer **Treppenhöhe von mehr als 1,00 m** muss ein **stabiles Geländer** vorhanden sein!

Bild: Transport im Treppenhaus

Quelle: Holz-BG, Transport und Einbau von Fenstern, 1/89

Leitern und Gerüste

Leitern oder Gerüste werden für die Montage in ungünstigen Arbeitshöhen benötigt. Damit ist eine sehr hohe Unfallgefahr verbunden. Gewichtsverlagerungen führen häufig zu Abstürzen, vor allem wenn die Leiter keinen ausreichenden Stand aufweist.

Gefährdungsstufe 1: Es besteht ein hohes Verletzungsrisiko bei der Benutzung von Leitern, insbesondere für Tätigkeiten, bei denen Gegenstände wie Werkstücke, Montageteile oder Werkzeuge transportiert oder in den Händen gehalten werden.

Das **Risiko auf einer Leiter zu verunglücken, ist fünfmal höher als beim Arbeiten an der Kreissäge**. Für die Unfälle sind kaum fehlerhafte Leitern, sondern stets sorgloses Verhalten ursächlich.

Beim Anlegen einer Leiter sollte auf die **richtige Neigung** geachtet werden (65 - 75 °). Dies kann mit dem Ellenbogen gut kontrolliert werden.

Bild: Kontrolle der Schräge mit dem Ellenbogen

Quelle: Holz-BG, Unterweisung über sicheres Arbeiten auf Leitern, Stand 4/98

Beim Ausstieg sollte die Anlegeleiter **mindestens 1 m über die obere Anlegekante hinausragen**.

Bild: Hinausragen der Anlegeleiter

Quelle: Holz-BG, Unterweisung über sicheres Arbeiten auf Leitern, Stand 4/98

Damit Anlegeleitern nicht nach unten wegrutschen können, sollten sie von einem zweiten Mitarbeiter festgehalten oder anderweitig gesichert werden.

Bild: Sicherungsmöglichkeit am Leiterfuß

Quelle: Holz-BG, Unterweisung über sicheres Arbeiten auf Leitern, Stand 4/98

Untersuchungen haben ergeben, dass es **häufig zu Unfällen kommt**, obwohl ein zweiter Mann die Sicherung übernommen hat. Dies ist dadurch zu erklären, dass **der zweite Mann dem Sichern zu wenig Aufmerksamkeit widmet** und der auf der Leiter Stehende sich im guten Glauben an die Sicherung in riskante Positionen wagt.

In Treppenhäusern oder bei ungünstigen Bodenverhältnissen sollten **Leitern mit Niveauausgleich** zum Einsatz kommen.

Bild: Stehleiter mit Niveauausgleich

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Die maximale Arbeitshöhe von Anlegeleitern darf 7,00 m nicht übersteigen.

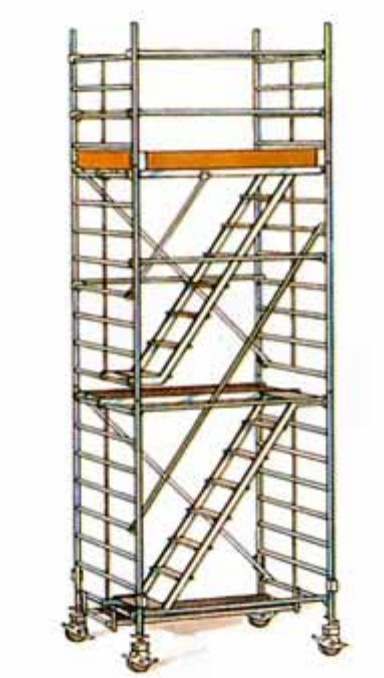
Das Gewicht von mitzuführenden Werkzeugen und Materialien darf 10 kg nicht übersteigen. Hier passieren beim Hantieren die meisten Unfälle.

Stehleitern sind bis zu einer Arbeitshöhe von 2,00 m noch sinnvoll einzusetzen. Darüber hinaus sollten **Arbeitsbühnen oder Fahrgerüste** zum Einsatz kommen.

Bild: Maximale Arbeitshöhe auf Stehleitern

Quelle: Holz-BG, Transport und Einbau von Fenstern, 1/89

Bild: Fahrbare Arbeitsbühnen



Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Auch bei Arbeiten im Inneren von Gebäuden muss auf eine ausreichende Absturzsicherung geachtet werden. Für die Montage von Fenstern bietet eine **Fensterbrüstung mit einer Höhe von mindestens 1,0 m** einen ausreichenden Schutz. Ab einer Absturzhöhe von mehr als 12 m muss die Brüstungshöhe mindestens 1,10 m betragen.

Bild: Brüstungshöhe bei der Montage von Fenstern

Quelle: Holz-BG, Transport und Einbau von Fenstern, 1/89

Anseilgurte

Ab einer Absturzhöhe von 2,00 m muss bei fehlender Brüstung entweder ein Gerüst vorhanden sein oder der Mitarbeiter muss sich mit einem **Anseilgurt** absichern.

Bild: Anseilgurt

Quelle: Holz-BG, BGI 735, Ausgabe 10/2000

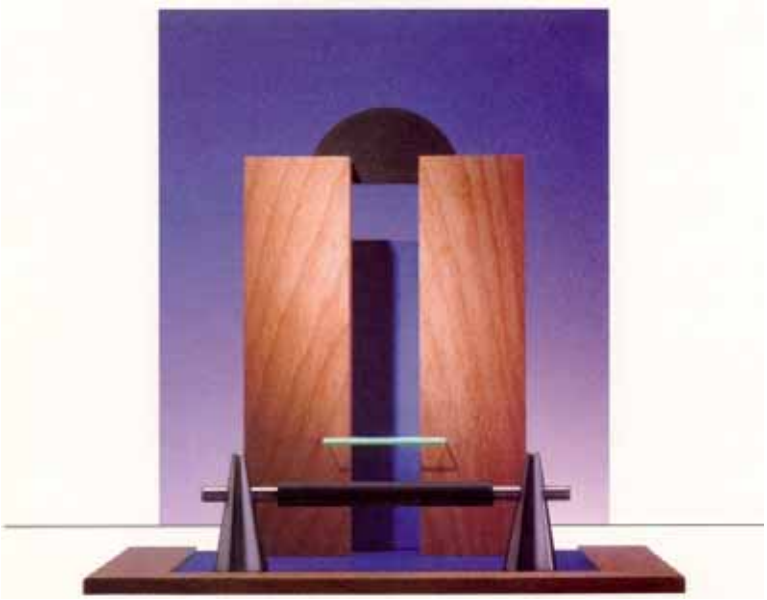
Derartige Schutzausrüstungen gegen Absturz sind **jährlich durch einen Sachkundigen** auf einwandfreien Zustand hin zu kontrollieren.

Das folgende Bild zeigt eine Möglichkeit, wie man im **Rohbau einen Anseilgurt sichern** kann. Neben Stützen und Pfeilern können auch Türtraversen oder zugelassene Schraubanker verwendet werden.

Bild: Sicherungspunkt für Anseilgurte

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Materialien



Schreiner müssen heute mit einer Fülle von Materialien umgehen. Materialmix lautet die Devise - was jedoch eine hohe fachliche Kompetenz erfordert.

Der Kunde wendet sich an den Schreiner, um sich individuelle Möbelwünsche erfüllen zu lassen. Er erwartet aber auch den Einsatz von gesundheitlich und ökologisch unbedenklichen Materialien.
Um Belastungen und Kosten zu optimieren muss eine nachhaltige Produktion den Weg von der Herstellung bis zur Entsorgung im Blick haben:

- **Rohstoffherstellung**
- **Luftklima**
- **Energiebedarf**
- **Lagerung**
- **Gesundheit**
- **Entsorgung**

Die Vielfalt der relevanten Aspekte erschwert die Beurteilung der eingesetzten Materialien. Eine optimale Auswahl kann daher nur getroffen werden, wenn die Vor- und Nachteile jedes einzelnen Materials bekannt sind. Nur mit diesem Wissen wird man zufrieden stellende Kompromisse finden und als kompetenter Fachmann im Hinblick auf Nachhaltigkeit gelten.

Materialeinkauf

Der Trend im Schreinerbetrieb geht dahin, einen immer größer werdenden Teil des Umsatzes in Form von Waren und Dienstleistungen zuzukaufen. Damit nimmt die Bedeutung der Lieferanten zu. Sie nehmen somit mehr Einfluss auf die Qualität wie auch auf die Umweltauswirkungen der Produkte.

Der Markt ist sehr eng geworden. Neben dem reinen Einkaufspreis muss der Betrieb auch noch andere **Aspekte** angemessen berücksichtigen:

- **Ausreichende Lebensdauer**
  Kann das zugekaufte Material den Belastungen beim Kunden über einen ausreichenden Zeitraum standhalten?
- **Funktionsfähigkeit**
  Ist die Handhabung des zugekauften Produktes so, dass der Kunde damit zufrieden ist, werden seine Qualitätsvorgaben und Erwartungen ausreichend erfüllt?
- **Verarbeitungsfähigkeit**
  Wird der billige Einkaufspreis evtl. durch einen erhöhten Verschnitt kompensiert? Lässt sich das Material gut verarbeiten ohne wesentliche Nacharbeiten?

- **Verträglichkeit**
  Welche Gefahreneigenschaften liegen bei dem eingekauften Produkt vor? Müssen besondere Schutzmaßnahmen bei der Verarbeitung getroffen werden?
- **Optisches Erscheinungsbild**
  Wird der Geschmack des Kunden getroffen? Bleibt das optische Erscheinungsbild auch über einen längeren Nutzungszeitraum erhalten, ohne dass das Produkt seinen optischen Wert verliert?

Diese und ähnliche Fragen sind oft noch wichtiger als der direkte Einkaufspreis eines Materials. Wenn in größeren Betrieben der Einkäufer wenig Informationen aus der Werkstatt und Fertigung bekommt, ist es nicht verwunderlich, dass zwar gespart wird - doch dabei viel Zeit drauf geht. **Der Austausch im Betrieb - zwischen Einkauf, Arbeitsvorbereitung, Werkstatt und Montage - kann erheblich dazu beitragen, die Einkaufskosten zu optimieren und günstige Verarbeitungsbedingungen plus ausreichende Qualität zu sichern.**

Hilfestellungen für die Beurteilung von Materialien können die Kennzeichnungen des Materials geben. Durch die Gefahrenzeichen erhält der Anwender wichtige Hinweise über die erforderliche Handhabung.

Informationen von Lieferanten wie auch von externen Datenbanken helfen die Materialien zu beurteilen. Das Sicherheitsdatenblatt ist eine wichtige Informationsquelle. Es kann in vielen Fällen von der Homepage des Herstellers direkt herunter geladen werden.

Umweltzeichen für Zukaufteile helfen sicherzustellen, dass dem Kunden eine zugesagte Produktqualität gewährleistet und die Umwelt geschont wird.

Im optimalen Einkauf liegt der Gewinn, so spricht der Betriebswirt. Da ist viel Wahres dran. Gleichwohl kommt es noch vergleichsweise wenig zu einem regionalen Informationsaustausch der Betriebe untereinander über ihre Erfahrungen mit Lieferanten und Produkten. Die Kenntnis über gute Qualität bei optimaler Verarbeitung ist ein wesentlicher Schlüssel zum Erfolg.

Gefahrstoffzeichen

Bei der Entscheidung über den Einsatz bestimmter Stoffe ist es wichtig zu wissen, wie sich die Stoffe verarbeiten lassen. Gefährliche Inhaltsstoffe können eine einfache Fertigung erschweren und erfordern meist zusätzliche Sicherungsmaßnahmen. Dabei können die Gefahrstoffzeichen eine Hilfestellung sein, um eine erste Information über mögliche Gefährdungen des jeweiligen Stoffes zu bekommen. **Die Gefahrstoffzeichen sind eine wichtige Information für den Verarbeiter.** Wenn das Produkt im Betrieb eingesetzt wurde, ist danach häufig die jeweilige Gefahreneigenschaft nicht mehr relevant. Lacke z.B. mit ihren Lösemittelanteilen verlieren nach dem Spritzen ihre Gefahreneigenschaft, da die entzündlichen Lösemittel dann verdunstet sind.

Im Schreinerhandwerk werden nur verhältnismäßig unproblematische Stoffe verarbeitet. Gleichwohl bedarf es der ausreichenden Information und **Unterweisung** der Mitarbeiter, damit keine gesundheitlichen oder umwelttechnischen Gefährdungen entstehen.

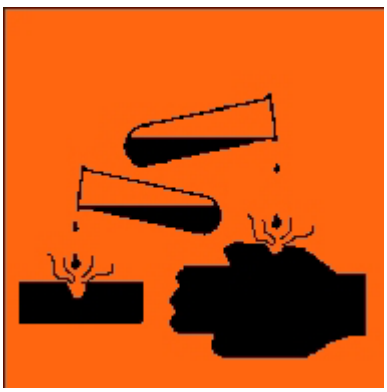
Leicht entzündlich
Leicht entzündliche Flüssigkeiten haben einen Flammpunkt bei Raumtemperatur (ca. 20 °C). Sie sind haben deshalb eine hohe Brandgefährdung.
- z.B. NC-Lacke, Lösemittel, Lösemittelbeizen

Entzündlich
Entzündliche Flüssigkeiten haben einen Flammpunkt bis 55 °C. Sie weisen eine erhebliche Brandgefährdung auf.
- z.B. Lacke

Reizend
Reizende Stoffe können bei kurzzeitigem, länger andauerndem oder wiederholtem Kontakt mit Haut oder Schleimhaut eine Entzündung hervorrufen.
- z.B. PUR-Härter, Montagekleber

Gesundheitsschädlich
Stoffe, die beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut chronische Gesundheitsschäden verursachen können.
- z.B. Furnierleime

Giftig
Giftige Stoffe können in geringer Menge beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen.
- z.B. Holzschutzmittel



Ätzend
Ätzende Stoffe können lebendes Gewebe bei Berührung zerstören.
- z.B. Natronlauge zum Lackentfernen

Allerdings werden nicht alle Gefahreneigenschaften durch solche Symbole auf dem Produkt sichtbar. Für die Stoffe, die krebserzeugend oder sensibilisierend sind, gibt es kein Zeichen. **Deshalb sollte man immer von allen Gefahrstoffen im Betrieb ein Sicherheitsdatenblatt von seinem Lieferanten anfordern.** Auch die GESTIS-Stoffdatenbank, das Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften, kann im Einzelfall wesentliche Informationen im Hinblick auf die Gefahreneigenschaften eines Stoffes vermitteln.

Wo es möglich ist, sollte man den Einsatz von Gefahrstoffen minimieren. Sie gefährden nicht nur den Mitarbeiter, sondern führen häufig auch zu einer aufwändigeren Handhabung, was die Verarbeitungskosten nach oben treibt.

Weitere Informationen über den Umgang mit Gefahrstoffen können im Bereich Rechtsgrundlagen > Gefahrstoffe und Gefahrgut > Gefahrstoffe nachgelesen werden.

Materialbeurteilung

Bei der gegebenen Fülle von Informationen fällt es nicht leicht, einzelne Materialien halbwegs objektiv zu beurteilen. Eine wichtige Hilfe kann dabei das Sicherheitsdatenblatt sein. Es wird in der Praxis häufig viel zu wenig genutzt. Daneben kann der direkte Materialvergleich zwischen zwei ähnlichen Produkten (z. B. PP-Kante oder ABS-Kante) mit Hilfe eines Beurteilungsschemas unterstützt werden.

Sicherheitsdatenblatt

Sicherheitsdatenblätter erhält jeder Verarbeiter von seinem Lieferanten. **Dieser ist dazu verpflichtet, ein solches auszuhändigen.** Das Sicherheitsdatenblatt ist europaweit einheitlich gegliedert. Es enthält eine Fülle von Informationen. Die wesentlichsten Aspekte lauten:

- **Ansprechpartner**
  Hier wird ein Ansprechpartner mit Telefonnummer für den Problemfall genannt.
- **Zusammensetzung**
  Alle Inhaltstoffe, die ein Gefährdungspotenzial haben, müssen hier aufgelistet werden. Neben der Bezeichnung wird auch deren wesentliche Gefährdung und die Konzentration des jeweiligen Stoffes im Gesamtgemisch angegeben. Sofern ein Kunde Probleme mit der Verträglichkeit von bestimmten chemischen Stoffen hat, kann der Betrieb unter diesem Punkt alle wesentlichen Inhaltsstoffe erkennen, von denen ein gewisses Gefahrenpotenzial ausgeht.
- **Mögliche Gefahren**
  Die Gefahreneigenschaften des Produktes werden hier entsprechend den Gefahrstoffzeichen aufgelistet.
- **Expositionsbegrenzungen**
  Hier werden die unter der Zusammensetzung genannten Gefahrstoffe noch einmal aufgeführt und die jeweiligen Grenzwerte dieser Inhaltsstoffe benannt. Je kleiner der Wert, desto gefährlicher der jeweilige Inhaltsstoff.
- **Physikalische und chemische Eigenschaften**
  Angaben zur Dichte des Produkts, seiner Löslichkeit, Brennbarkeit und Viskosität. Letztere kann für die Verarbeitung von Fensterlacken wichtig sein.
- **Hinweise zur Entsorgung**
  Wie soll der Stoff entsorgt werden, welche Abfallart ist im Einzelnen maßgeblich - all diese Punkte werden hier aufgeführt.
- **Vorschriften**
  Entsprechend den Gefahreneigenschaften des Stoffes werden hier die wesentlichen Verhaltensregeln im Umgang mit dem Stoff aufgelistet. Bei Oberflächenmaterialien wird manchmal auch der Anteil organischer Lösemittel angegeben.

Sicherheitsdatenblätter sollten vorliegen für

- alle Stoffe im Oberflächenbereich
- Leime und Kleber
- Holzschutzmittel
- Dicht- und Spachtelmassen

Sicherheitsdatenblätter sind die Basis für die Erstellung von **Betriebsanweisungen**. Sie dienen dazu den Mitarbeiter in kompakter Form die wesentlichen Informationen über den Umgang mit den Gefahrstoffen zu vermitteln.

Sicherheitsdatenblätter listen nur die Gefahrstoffe auf, für die es laut den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung eine Kennzeichnungspflicht gibt. Bei Herstellern von biologischen Materialien gibt es in der Regel eine **Volldeklaration**. Diese listet **alle verwendeten Inhaltsstoffe auf** - unabhängig von ihrer jeweiligen Gefährlichkeit. Daraus kann der Kunde ersehen, ob es für einzelne Stoffe gewisse Unverträglichkeiten gibt.

Beurteilungsschema

Bei der Abwägung zwischen den Umweltauswirkungen verschiedener Stoffe kann es hilfreich sein, ein Beurteilungsschema zu Grunde zu legen. Dabei sollten folgende Eigenschaften berücksichtigt werden:

Rohstoffherstellung
- nachwachsender Rohstoff
- wenig Eingriffe in die Natur
- lange Verfügbarkeit
- geringer Wasserverbrauch
- kein besonderer Schutzmitteleinsatz bei Gewinnung und Konservierung
- keine relevanten Emissionen und Gesundheitsgefährdungen
- geringer Nährstoffeintrag in die Gewässer

Luftklima
- keine relevanten Emissionen bei der Verarbeitung
- trägt nicht zur Bildung von bodennahem Ozon bei
- verstärkt nicht den Treibhauseffekt
- schädigt nicht die Ozonschicht in der Atmosphäre
- kein schädigender Einfluss auf die Wälder

Energiebedarf
- energiearme Herstellung
- einfache Verarbeitung
- geringer Transportaufwand

Lagerung
- geringes wassergefährdendes Potenzial
- geringe Brandgefährdung

Gesundheit
- geringe Lärmbelästigung bei der Verarbeitung
- geringe gesundheitliche Auswirkungen für die Mitarbeiter
- keine Ausgasungen gesundheitlich schädlicher Bestandteile
- keine krebserzeugenden Stoffe

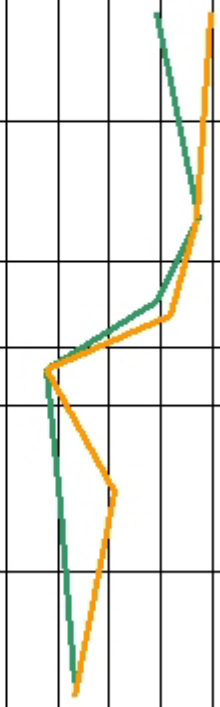
Entsorgung
- hoher Nutzungsgrad in der Verarbeitung
- wenig Verpackungsaufwand
- kein Sonderabfall
- hohes Wiederverwertungspotenzial
- rückführbar in den biologischen Kreislauf
- lange Lebensdauer, geringe Reparaturanfälligkeit

Informationen darüber kann man teilweise von seinen Lieferanten aber auch von der GESTIS-Stoffdatenbank der Bauberufsgenossenschaften erhalten. Folgendes Beispiel beinhaltet eine Abwägung zwischen ABS- und PP-Kanten:

Bild: Beurteilung PP-ABS-Kanten

Materialbezeichnung	PP-Kanten – ABS-Kanten

Umweltkriterium	Beurteilungshinweis	1	2	3	4	5
Rohstoffherstellung	• möglichst nachwachsender Rohstoff • wenig Eingriffe in die Natur • lange Verfügbarkeit • geringer Wasserverbrauch • kein besonderer Schutzmitteleinsatz bei der Rohstoffgewinnung • keine relevanten Emissionen und Gesundheitsgefährdungen • geringer Nährstoffeintrag in die Gewässer • hoher Einsatz von Sekundärrohstoffen					
Luft/Klima	• keine relevanten Emissionen bei der Verarbeitung • trägt nicht zur Bildung von bodennahem Ozon bei • verstärkt nicht den Treibhauseffekt • schädigt nicht die Ozonschicht in der Atmosphäre • kein schädigender Einfluss auf die Wälder					
Energiebedarf	• energiearme Herstellung • einfache Verarbeitung • geringer Transportaufwand					
Lagerung	• geringes wassergefährdendes Potential (WGK 0 oder 1) • geringe Brandgefährdung					
Gesundheit	• geringe Lärmbelastung bei der Verarbeitung • geringe gesundheitliche Auswirkungen für die Mitarbeiter • kein Ausgasen gesundheitlich schädlicher Bestandteile • keine krebserzeugenden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffe • keine giftigen (T) oder ätzenden (C) Stoffen (R 40, R 45, R 46, R 49, R 60, R 61)					
Entsorgung	• hoher Nutzungsgrad in der Verarbeitung • wenig Verpackungsaufwand • kein Sonderabfall • hohes Wiederverwertungspotential • rückführbar in den biologischen Kreislauf • lange Lebensdauer, geringe Reparaturanfälligkeit					



Bewertung 1 = das Kriterium wird sehr gut erfüllt, 5 = es wird nicht den Anforderungen entsprochen

Wie man sieht, haben die PP-Kanten Vorteile was die Rohstoffherstellung angeht und beinhalten einen geringeren Anteil von gesundheitsgefährdenden Stoffen.

Schema zur Materialbewertung (doc, 29 KB)

Umweltzeichen

Umweltzeichen können eine Hilfe bei der Bewertung der einzukaufenden Produkte sein. Die Fülle unterschiedlicher Standards erschwert jedoch die Vergleichbarkeit. Der Schreiner sollte die Kompetenz haben, gemäß den jeweiligen Vorstellungen des Kunden entsprechende Qualitätsstandards bei der Auswahl der Produkte berücksichtigen zu können. Bei den aufgeführten Produkten ist gewährleistet, dass der Verarbeiter wie auch der Kunde umfassende Informationen über Herkunft und Inhaltsstoffe erhält.

- AUB-Label
- Der blaue Engel
- Eco-Zertifikat
- IBR-Zertifikat
- naturePlus

AUB-Label

Das AUB-Label wird von der Arbeitsgemeinschaft umweltverträgliches Bauprodukt e.V. vergeben. Der gesamte Lebenszyklus eines Produktes und sämtliche Inhaltsstoffe müssen offen gelegt werden. Das AUB-Label fordert die Deklaration aller wesentlichen Bestandteile sowie die Einhaltung nationaler und internationaler Standards in Bezug auf gesundheitliche Unbedenklichkeit.

- **Lebenszyklus**
  Beginnt mit der Rohstoffgewinnung, der Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und schließlich der Verwertung
- **Schonender Rohstoffabbau**
- **Sparsamer Rohstoffeinsatz** und Minimierung der Abgase während der Herstellung
- Während der Nutzungsdauer dürfen keine **gesundheitsgefährdenden Stoffe** freigesetzt werden.
- Auch das **Verhalten im Schadensfall** (Brand) fließt mit ein.
- Berücksichtigt werden folgende **Gesetze und Grenzwerte:**
  - Die Grenzwerte der WHO
  - Das Naturschutzgesetz
  - Das Bundesimmissionsschutzgesetz
  - Das Chemikaliengesetz
  - Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Der Blaue Engel

Der Blaue Engel ist das älteste Umweltzeichen. Es wird von Umweltbundsamt und **RAL** vergeben.

Folgende Kriterien werden bewertet:

- Die Produkte müssen ganzheitlich betrachtet umweltfreundlich sein.
- Die Produkte müssen den Anforderungen an Gesundheits- und Arbeitsschutz entsprechen.
- Die Produkte müssen gebrauchstauglich sein.
- Die eingesetzten Rohstoffe während Herstellung, Verbrauch und Entsorgung müssen sparsam eingesetzt werden.

Im Schreinerhandwerk können einige Produktbereiche benannt werden, die für den Einkauf relevant sein könnten:

- RAL-UZ 12a **Schadstoffarme Lacke**
- RAL-UZ 34 **Insektizidfreie Schädlingsbekämpfungsmittel** für Innenräume
- RAL-UZ 57 Thermische Verfahren (**Heißluftverfahren**) zur Bekämpfung holzzerstörender Insekten
- RAL-UZ 76 Emissionsarme **Holzwerkstoffplatten**

- RAL-UZ 49 **Baustoffe überwiegend aus Altglas** (Dämmstoffe)
- RAL-UZ 36 B**austoffe überwiegend aus Altpapier** (Dämmstoffe)
- RAL-UZ 113 Emissionsarme **Bodenbelagsklebstoffe** und andere Verlegewerkstoffe
- RAL-UZ 38 Emissionsarme **Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen** (Laminatböden)
- RAL-UZ 14 **Recyclingpapier**

Eco-Zertifikat

Die eco-Zertifikate und Prüfsiegel kennzeichnen Materialien, die auf gesundheitliche Unbedenklichkeit geprüft und weitestgehend umweltverträglich sind.

Die Prüfung umfasst die Produktlebenslinie von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung, die Verarbeitung und die Nutzungsphase bis zur Recyclingfähigkeit bzw. Entsorgung.

Produkte mit kritischem Emissionsverhalten können auch bei sonst positiver Bewertung kein Zertifikat erhalten. Materialien, die bekanntermaßen gesundheitlich oder ökologisch problematisch sind, werden nicht zur Zertifizierung angenommen.

Darunter sind auch einige Anbieter von Holzwerkstoffplatten zu finden.

IBR-Zertifikat

Dieses Zertifikat wird vom Institut für Baubiologie Rosenheim GmbH vergeben. Das Prüfsiegel hat eine Gültigkeitsdauer von zwei Jahren, danach kann durch eine positive Nachprüfung eine Verlängerung erfolgen.

Die Prüfkriterien orientieren sich an dem ganzheitlichen Ansatz der Baubiologie. Ausgezeichnet werden umweltschonend erzeugte und gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe und Produktionsverfahren. Als Grenzwerte werden in der Regel die Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verwendet.

Nature Plus

Ist das Zeichen für Umwelt, Gesundheit und Funktion. Die Vergabe erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Anteil **nachwachsender** und/oder mineralischer **Rohstoffe mindestens 85 %**
- Verwendung von **Rohstoffen mit ausreichenden Ressourcen**
- Verbot von umwelt- oder gesundheitsbelasteten **Einsatzstoffen**
- Geringer **Energieverbrauch** in der Herstellung
- Geringe **Emission** in der Herstellungs- und Nutzungsphase
- Ökologisch optimierte **Verpackung**
- Qualifizierte **Verarbeitungshinweise**
- **Volldeklaration** der Einsatzstoffe

Das TÜV-Umweltsiegel "UT21" ist in dem Qualitätszeichen "natureplus" aufgegangen. Die TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH ist Gründungs- und Vorstandsmitglied von natureplus e.V.

Bislang sind vor allem Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen mit dem naturePlus-Siegel ausgezeichnet worden.

Massivholz

Holz ist weltweit gesehen der wichtigste Rohstoff. Es wird durch Wasser, Kohlendioxid und die Energie der Sonne gebildet. Dabei wird Sauerstoff frei. Die wesentlichen Lebensbedingungen des Menschen werden durch diesen Prozess sichergestellt. Jedes kg Holz speichert 1,44 kg CO_2. Ein Holzhaus mit 240 m² Wohnfläche enthält rund 44 Tonnen Holzprodukte. Die Atmosphäre wird damit um 80 t CO_2 entlastet.

Wälder und Produkte aus Holz sind die wichtigste Senke für Kohlendioxid und stabilisieren das Klima.

Die Verwendung von Holz als Werkstoff weist gegenüber vielen anderen Materialien besondere **Vorteile** auf:

- **nachwachsender** Rohstoff
- vielfältige **Einsatzmöglichkeiten**
- energiearme **Verarbeitung**
- günstige **Entsorgbarkeit**

Diese Vorteile gelten zunächst für alle Holzarten, unabhängig von ihrer Herkunft. **Voraussetzung** für diese materialspezifischen Vorzüge ist allerdings eine **nachhaltige Bewirtschaftung des Holzes**. Nur wenn maximal soviel verbraucht wird, wie gleichzeitig zuwächst, bleibt der Ressourcenkreislauf erhalten. In diesem Gleichgewicht wird genau soviel Kohlendioxid im Holz gebunden, wie durch seinen Verbrauch freigesetzt wird. Andere nicht nachwachsende Rohstoffe wie Metalle oder Erdölprodukte werden durch den menschlichen Verbrauch unwiderruflich verringert. Durch die Verbrennung von Erdöl, Gas und Kohle wird zusätzliches Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben, welches sich zu dem bereits vorhandenen addiert und so zur Erwärmung der Erdatmosphäre beiträgt.

In Mitteleuropa finden sich ca. 50 verschiedene Holzarten. Wirtschaftliche Bedeutung haben allerdings nur etwa 15. Die wesentlichen Bestandteile des Holzes lassen sich wie folgt auflisten:

	Nadelholz	Laubholz
Zellulose	42 - 49 %	42 - 51 %
Hemizellulose	24 - 30 %	27 - 40 %
Lignin	25 - 30 %	18 - 24 %

Daneben finden sich im Holz je nach Art unterschiedliche **Inhaltstoffe** (z.B. Farbstoffe, Gerbsäuren, etc.). Sie

- Bestimmen die **Holzfarbe**
- Beeinflussen die **Dauerhaftigkeit**
- **Korrodieren** Metalle
- Können die **Filmbildung** und Trocknung des Lacks stören
- Beeinflussen die **Verleimung**
- Können die **Gesundheit** beeinträchtigen

Teilweise ergeben sich damit Risiken für den Verarbeiter. Nähere Informationen dazu können auf der Seite Schreiner > Materialien > Massivholz > Sensibilisierende Hölzer nachgelesen werden.

Allerdings neigt Holz zur Feuchtigkeitsaufnahme. Daraus können Probleme bei der Oberflächenbeständigkeit wie auch die Neigung zu Pilzbefall resultieren. Dies macht je nach Einsatzort spezielle konstruktive und im Einzelfall auch chemische Maßnahmen zur Erhaltung notwendig. Die Frage der Beständigkeit hängt eng mit der **Resistenzfähigkeit** des Holzes zusammen. Die Holzarten unterscheiden sich deutlich im Hinblick auf **Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzen und tierischen Schädlingen**. Diese wird vor allem durch die Holzinhaltsstoffe und dem Anteil an Splintholz beeinflusst, der typischerweise sehr viel anfälliger für Pilze und Schädlinge ist. Mehr zum Thema Holzschutz findet sich im Bereich Schreiner > Materialien > Massivholz.

Nur ausreichend getrocknetes Holz kann die geforderte Maßhaltigkeit gewährleisten und ist die beste Vorbeugung gegen den Befall von holzzerstörenden Pilzen. Hinweise zur Holzlagerung und Einbauanforderungen können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Massivholzlager nachgelesen werden.

In den letzten Jahren gab es einige technologische Entwicklungen, um durch Wärmebehandlungen auch einfache Hölzer besonders resistent zu machen. Derartige **Thermohölzer** können ohne Holzschutzmittel auch bei Erdkontakt eingesetzt werden. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Seite Schreiner > Materialien > Massivholz > Thermoholz.

In Deutschland sind 30 % der Gesamtfläche bewaldet. Die bei uns vorkommenden europäischen Holzarten werden seit mehreren hundert Jahren nachhaltig bewirtschaftet. **Der jährliche Zuwachs beträgt mehr als 60 Millionen m³ Holz, von denen regelmäßig nicht mehr als 40 Millionen m³ genutzt werden.** Jährlich werden somit mehr als 18,7 Millionen Tonnen CO_2 zusätzlich in unseren Wäldern gespeichert, wodurch die Klimaauswirkungen gepuffert werden. Der Aufwand für Transport und die damit verbundenen Emissionen hält sich bei mitteleuropäischem Holz in Grenzen. Die meisten anderen Rohstoffe müssen in Deutschland aus weitaus größeren Entfernungen importiert werden.

Die **Verwendung des Holzes in Deutschland** kann anhand folgender Zahlen verdeutlicht werden:

Tabelle: Holzrohstoffbilanz für Deutschland 2002

Inlandsaufkommen	Mio. t_{atro}	Mio. Fm	Inlandsverwendung	Mio. t_{atro}	Mio. Fm
Stammholz	14,7	30,3	Holzschliff und Zellstoff	3,1	6,4
Industrieholz	8,3	17,2	Holzwerkstoffe	8,1	16,8
Wald-Restholz	3,7	7,6	Sägeindustrie	14,5	29,9
Sägenebenprodukte	5,0	10,4	Sonstige stoffliche Verw.	1,6	3,0
Rinde	1,3	2,2	Energetisch >1 MW	4,9	9,8
Sonst. Industrie-Restholz	1,6	3,4	Energetisch <1 MW	1,6	3,4
Altholz	4,8	10,0	Hausbrand	6,0	12,3
Landschaftspflegematerial	0,3	0,6			
Insgesamt	**39,7**	**81,7**	**Insgesamt**	**39,7**	**81,7**

Quelle: Holz-Zentralblatt, Nr. 76 2004, Seite 1028

Durch die anhaltende Zunahme der beobachteten **Waldschäden** entsteht vielfach der Eindruck, dass durch die Holznutzung der Wald weiter geschwächt werden könnte. Die wesentlichen Ursachen an den Waldschäden tragen aber:

- Emissionen aus Verbrennungsprozessen
- Stickoxide aus Autoabgasen
- Ammoniak- und Nitratstickstoffe aus der Landwirtschaft

In den letzten 25 Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, bestehende Monokulturen in den Wäldern durch eine verstärkte Förderung von Mischbeständen abzulösen. **Mischwälder** mit vielen Baumarten haben sich als stabiler und resistenter gegenüber der Belastung durch Luftschadstoffe wie auch gegen tierische oder pflanzliche Schädlinge erwiesen. Verschiedene Initiativen in Deutschland fördern den Prozess der nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Dabei werden unterschiedliche Konzepte umgesetzt, die unterschiedlichen Kriterien geprüft und mit einem besonderen **Qualitätszeichen** gekennzeichnet. Näheres zu dazu kann man auf der Seite Schreiner > Materialien > Massivholz > Nachhaltigkeitszeichen nachlesen.

Massivholzprodukte sind bei guter Verarbeitung **auf eine lange Lebensdauer angelegt**. Sie können zumeist ohne größere Schwierigkeiten repariert werden. Auch können Massivholzprodukte relativ einfach geänderten Nutzungswünschen im Laufe der Nutzung nachträglich angepasst werden.

Auch nach der Nutzung kann Holz problemlos **wiederverwertet** werden. Die aktuelle Altholzverordnung hat dafür den rechtlichen Rahmen geschaffen. Nähere Informationen dazu können auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Baustellenabfälle > Altholz nachgelesen werden.

Kennwerte

Jeder Baum wächst anders und hat dadurch sehr **individuelle Eigenschaften**. Diese werden vor allem durch die jeweiligen Klima- und Standortbedingungen beeinflusst. Insofern ist Holz der ideale Werkstoff für individuelle Produkte. Dadurch ergeben sich aber auch deutlich größere Bandbreiten für wichtige technologische Eigenschaften im Unterschied zu industriell hergestellten Werkstoffen.

Tabelle: Durchschnittliche Kennwerte für wichtige Holzarten

Holzart	Rohdichte* in g/m³	Zugfestigkeit in N/mm²	Biegefestigkeit in N/mm²	Druckfestigkeit in N/mm²
Fichte	0,46	95	80	45
Kiefer	0,52	100	85	47
Eiche	0,71	110	95	52

Buche	0,71	135	140	70
Ahorn	0,63	120	95	50
Kirsche	0,57	98	98	50
Abachi	0,39	60	65	35
Teak	0,68	115	100	58
Wenge	0,85	-	145	80
Light Red Meranti	0,52	100	90	50

Quelle: DIN 68364, Mai 2003, *Rohdichte bei einer Holzfeuchte von 12 %.

Für weitere Holzarten können entsprechend Werte der Datenbank der TU-Dresden entnommen werden.

Im Hinblick auf die Wärmeisolierung weist Holz gegenüber anderen statisch relevanten Baustoffen erhebliche Vorteile auf. Die Gefahr von Wärmebrücken ist beim Einsatz von Holz gegenüber Stahl, Beton oder Mauerwerk deutlich geringer. Die Vergleichsdaten im Hinblick auf Wärmedämmfähigkeit weisen folgende Werte auf:

Tabelle: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Baustoffe

	Wärmeleitfähigkeit W/m²K
Nadelholz	0,13
Laubholz	0,20
Beton	1,60
Stahl	50,0
Hochlochziegel	0,50
Glas	0,80
Hartschaumplatten	0,04

Quelle: DIN V 4108-4 Juli 2004

Materialvergleich

In den letzten Jahren sind verschieden Studien erstellt worden, um die unterschiedlichen Rahmenmaterialien für Fenster - Holz, Kunststoff und Aluminium - im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit zu vergleichen. Dabei wurde die gesamte Lebensdauer eines Fensters von der Herstellung bis zur Entsorgung entsprechend einer angenommenen Lebensdauer von 25 - 30 Jahren bewertet. Aufgrund der unterschiedlichen Bewertungsansätze können daraus nur bedingt direkte Zahlenvergleiche abgeleitet werden. **Qualitativ ergeben sich aber folgende Aussagen**:

- Die Luftemissionen werden bei PVC recht günstig eingeschätzt. Die Oberflächenbehandlung bei Holzfenstern führt zu erhöhten Emissionen an organischen Lösungsmitteln.
- PVC- und Holzfenster verhalten sich im Hinblick auf die Wasseremissionen praktisch gleich. Beim Aluminium wirkt sich der Wasserverbrauch im Rahmen der Profilherstellung ungünstig aus.

- Die langfristigen Schädigungspotenziale können nur schwer quantitativ verglichen werden. Beim PVC-Fenster wirken sich vor allem die eingebrachten Schwermetallstabilisatoren aus. Sie können sich durch ein verstärktes Recycling anreichern. Beim Holz bestehen die Unsicherheiten bezüglich der eingesetzten Holzschutzmittel. Beim Aluminiumfenstern sind solche potenziellen Gefahren nicht bekannt.
- Die Emissionen aus der Herstellung von PVC führen zu einer ungünstigen Einschätzung im Hinblick auf die Gewässerüberdüngungen und die Bildung von Sommersmog (bodennahem Ozon).
- Die Beiträge zum Treibhauseffekt unterscheiden sich zwischen PVC, Holz und Aluminium nicht stark. Holz liegt marginal günstiger, Aluminium etwas ungünstiger als PVC.
- Wenn man den Energieverbrauch für die reine Herstellung der Rahmenmaterialien vergleicht, schneidet das Holz-Fenster um 20 % günstiger als das PVC-Fenster ab. Aluminiumfenster hingegen benötigen mehr als die dreifache Energiemenge wie Holzfenster, welches zudem einen großen Teil der benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen in Form von Holzabfällen beziehen kann.
- Wenn man die umweltrelevanten Emissionen über die gesamte Lebensdauer eines Fensters bilanziert, bekommt die Art der Nutzung einen dominierenden Einfluss, der das verwendete Rahmenmaterial oft übersteigt. Die Ausrichtung des Fensters nach der Himmelsrichtung, der Einbau im Baukörper, die Art der Lüftung und eventuelle Verschattungen als Sonnenschutz beeinflussen das Ergebnis durch den damit einhergehenden Energiebedarf.

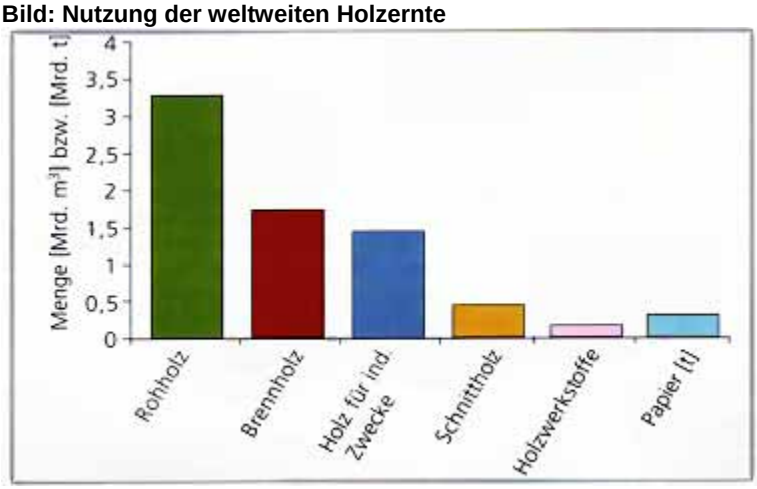
Langfristig lässt sich vor allem bei Holzfenstern mehr Potenzial feststellen. Da die Herstellung von Holzfenstern bereits jetzt zu einem großen Teil auf erneuerbaren Energien beruht, nimmt es schon vorweg, was andere Industriezweige erst noch nachholen müssen.

Tropenholz

Weltweit gesehen hat der Rohstoff Holz eine herausragende Bedeutung. Mit ca. 3,9 Mrd. ha sind heute ca. 30 % der Landfläche der Erde mit Wald bedeckt, wobei ca. 57 % in den Entwicklungsländern und 43 % in den Industrieländern liegen. Jährlich werden ca. 3,3 Mrd. m³ Holz geerntet. Gut die Hälfte (55 %) werden energetisch genutzt, knapp die Hälfte (45 %) stofflich verwertet und veredelt.

Der tropische Urwald wird nicht nur die Lunge der Erde genannt, er ist auch ein wesentliches Bioreservoir mit wichtigen genetischen Ressourcen. Rund 500 Holzarten werden weltweit gehandelt, darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Arten, die noch unbekannt sind.

Bild: Nutzung der weltweiten Holzernte



Quelle: Holz - Rohstoff der Zukunft, 2001

Einschließlich der Produktionsreste aus der Fertigung von Möbeln und anderen Holzprodukten werden insgesamt ca. 2,5 - 3,0 Mrd. m³ energetisch genutzt. Holz deckt damit ca. **6 % des Weltprimärenergiebedarfs** ab. Viele Entwicklungsländer sind in hohem Maße auf Holz als Energieträger angewiesen. In den Industrieländern wie Deutschland spielt Holz mit einem Anteil von 1,5 % am gesamten Primärenergieverbrauch bislang nur eine untergeordnete Rolle.

Tropenhölzer haben in der deutschen Holzwirtschaft nur eine geringe Bedeutung. Bezogen auf die 2002 in Deutschland gefertigten 52,9 Mio. m³ Holzprodukte ergibt sich ein Tropenholzanteil von 2,8 %. Während früher beim Tropenholzimport Rohholz und Schnittholz klar dominierten, sind es jetzt die Fertigwaren. Seit 1996 entfällt auf sie mehr als die Hälfte der Einfuhrwerte. Sie bestehen zu mehr als 50 % aus Möbeln und zu 20 % aus dem Bereich Bautischler- und Zimmermannsarbeiten. Alle anderen Waren aus Holz wie Werkzeuge, Ziergegenstände usw. folgen mit geringeren Anteilen. Zu 90 – 100 % kommen die Tropenhölzer direkt aus den Tropenländern, die Wertschöpfung hat sich damit stark in diese Länder verlagert. Die **Holzverarbeitung** ist damit ein **wichtiger Entwicklungsfaktor** in den dortigen Ländern geworden.

Die Verwendung von Tropenholz weist gegenüber europäischen Holzarten häufig bestimmte **Vorteile** auf:

- bessere Materialausbeute
- häufig bessere Materialeigenschaften
- teilweise höhere Lebensdauer
- erhöhte Widerstandskraft gegenüber Pilzen und Holzschädlingen

Als wichtigste **Nachteile** wären zu nennen:

- Akzeptanzprobleme in Deutschland
- häufig keine nachhaltige Bewirtschaftung der Tropenwälder
- vielfach eine höhere Gefahr zur Sensibilisierung

Tropenholz ist vor allem in die Kritik gekommen, weil der Regenwald jährlich um ca. 12 - 15 Millionen Hektar zurückgeht. Dies entspricht einer **Entwaldungsrate von 0,9 % und ist deutlich mehr als die gesamte Fläche aller deutschen Wälder**. Eine **nachhaltige Bewirtschaftung** hat sich in vielen Entwicklungsländern noch nicht durchsetzen können. Dort ist der Druck auf die Umnutzung der vorhandenen Wälder in landwirtschaftliche Flächen enorm. 90 % des Waldrückgangs wird durch die landwirtschaftliche Nutzung in den Ländern verursacht. Dabei spielt der dort vorherrschende traditionelle Wanderfeldbau eine wichtige Rolle. Durch Brandrodung wird für einige Jahre neuer Ackerboden geschaffen, der aber bald ausgelaugt ist, sodass die Bauern gezwungen sind, neue Waldflächen abzubrennen. Das starke Bevölkerungswachstum, oftmals verknüpft mit internen Auseinandersetzungen und Bürgerkriegen, tut ein Übriges dazu, dass die Ressource Wald ausgebeutet wird. Der boomende Rindfleisch-Export in die Industrieländer des Nordens hat vor allem in Brasilien eine wesentlich wichtigere Bedeutung für den Raubbau als der eigentliche Holzeinschlag.

Deshalb haben sich weltweit verschiedene Initiativen gebildet, um **Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern zu kennzeichnen**. Auch in den Umweltgruppen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass **eine kontrollierte Holznutzung insgesamt mehr Vorteile bringt als ein Boykott des Tropenholzes.** Dank moderner Kommunikationstechniken kann ein solches System eine lückenlose Überwachung vom Stamm bis zur Verwendung im Möbel belegen. Im internationalen Maßstab haben sich dabei das FSC-Zeichen und das PEFC-Zeichen etabliert. Nähere Informationen hierzu gibt es unter dem Begriff Nachhaltigkeitszeichen. Während in den europäischen Nachbarländern wie den Niederlanden, England und Skandinavien zertifizierte Hölzer sehr verbreitet sind, haben sich diese Gütesiegel im deutschen Holzhandel noch nicht ausreichend etablieren können.

In Deutschland stammt ein Großteil des verwendeten Merantiholzes für Holzfenster aus Indonesien. Indonesien hat eine herausragende Bedeutung im internationalen Holzhandel. Die unklaren Rechtsverhältnisse verhindern aber bislang, dass sich dort der Anspruch an eine nachhaltige Bewirtschaftung durchsetzen konnte. Alternativen aus FSC-zertifizierten Hölzern mit gleichwertigen Eigenschaften sind ca. 10 % teurer.

Der öffentliche Blickwinkel richtet sich beim Problem der Nachhaltigkeit vor allem auf die Tropenhölzer. Allerdings ergeben sich auch in der Waldbewirtschaftung in den **osteuropäischen Ländern und Russland** noch viele Probleme. Eine nachhaltige Holzwirtschaft ist dort erst im Aufbau. Wenn man bedenkt, dass ca. 30 % des deutschen Verbrauchs an Nadelhölzern aus diesen Regionen stammen, wird deutlich, dass der Anspruch an eine nachhaltige Waldwirtschaft nur weltweit durchgesetzt werden kann.

Furniere

Die schönsten und edelsten Holzstämme werden zu Furnierholz verarbeitet. Damit lassen sich dekorative Oberflächen erzeugen und Plattenwerkstoffe herstellen. In Kombination mehrerer Furnierarten können wertvolle Intarsienarbeiten mit hohem künstlerischen Anspruch entstehen.

Furnierte Oberflächen sind von Nachbildungen aus Kunststofffolien oft nur sehr schwer zu unterscheiden. Von daher ist **eine eindeutige Bezeichnung der Oberfläche wichtig, um Unklarheiten gegenüber dem Kunden zu vermeiden**. Der Begriff "Dekor" ist in diesem

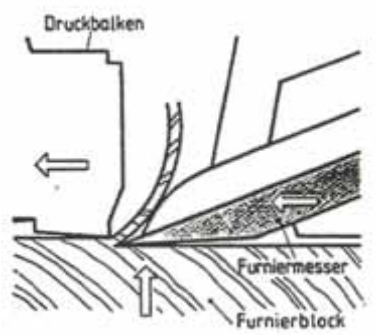
Zusammenhang nicht geeignet. Furnierte Oberflächen tragen den Zusatz "Furnier", während Kunststoffoberflächen mit Holzmaserungen den Zusatz "Nachbildung" tragen müssen.

Herstellung

In Deutschland werden ca. 400.000 m³ Holz für Furniere aufgearbeitet. Die Furnierstämme werden je nach Verfahren gedämpft und zugeschnitten, damit sie optimal aufgetrennt werden können. Dabei kommen folgende Verfahren in Betracht:

- **Sägefurniere**
  Sägefurniere sind sehr aufwändig herzustellen. Durch das Einsägen mit dem Sägeblatt ist der Verschnitt sehr hoch. Sie kommen nur selten zum Einsatz und werden vorrangig bei Restaurierungen genutzt. Die gesägten Furniere sind sehr gleichmäßig und weisen keine Risse auf, wie sie bei anderen Trennverfahren entstehen können. Es ist keine besondere Vorbehandlung erforderlich, sodass die Furniere ihre natürliche Farbe behalten. Dabei werden Furnierdicken zwischen 1 ... 10 mm erzeugt.
- **Messerfurniere**
  Zur Herstellung von Messerfurnieren werden die Furnierstämme blattweise gemessert. Die Stämme müssen je nach Holzart gedämpft und besonders zugeschnitten werden. Nach dem Abmessern werden die einzelnen Furnierlagen in einem Furniertrockner auf eine Holzfeuchte von ca. 12 % heruntergetrocknet. Die Furnierdicken betragen bei den Messerfurnieren zwischen 0,5 ... 0,8 mm. Sie haben eine natürliche Maserung mit vielen typischen Fladerungen. Die Furniere weisen an der Unterseite feine Risse auf, die beim Abknicken des Furniers vor dem Furniermesser entstehen.
- **Schälfurniere**
  Beim Schälfurnier wird der Stamm auf der Schälmaschine gedreht und das Furnier durch ein feststehendes Messer abgetrennt. Beim Abtrennen entstehen ähnlich wie beim Messerfurnier feine Haarrisse an der Messerseite. Schälfurniere dienen vorrangig der Herstellung von Plattenwerkstoffen. Für das Schälen ist es gleichfalls erforderlich, dass die Stämme vor der Bearbeitung zunächst je nach Holzart gedämpft werden, damit sie sich besser schneiden lassen und weniger einreißen. Dadurch kann sich aber die Farbe des Holzes ändern, sie wird meist im Ton etwas wärmer. Beim Schälen werden Furnierdicken zwischen 0,1 ... 10 mm erzeugt.

Bild: Druckbalken und Messer zum Abtrennen der Furnierlage vom Stamm



Quelle: HKH Meisterbuch, 1999, S. 240

Der Energieeinsatz bei der Herstellung von Furnieren stellt sich wie folgt dar:

Tabelle: Energieeinsatz Furniere

Ausbeute [%]	elektrische Energie [kWh/m³]	thermische Energie [MJ/m³]	Gesamtenergie [MJ/m³]
56	320	9.900	13.350

Quelle: Informationsdienst Holz, Holz - Rohstoff der Zukunft, September 2001

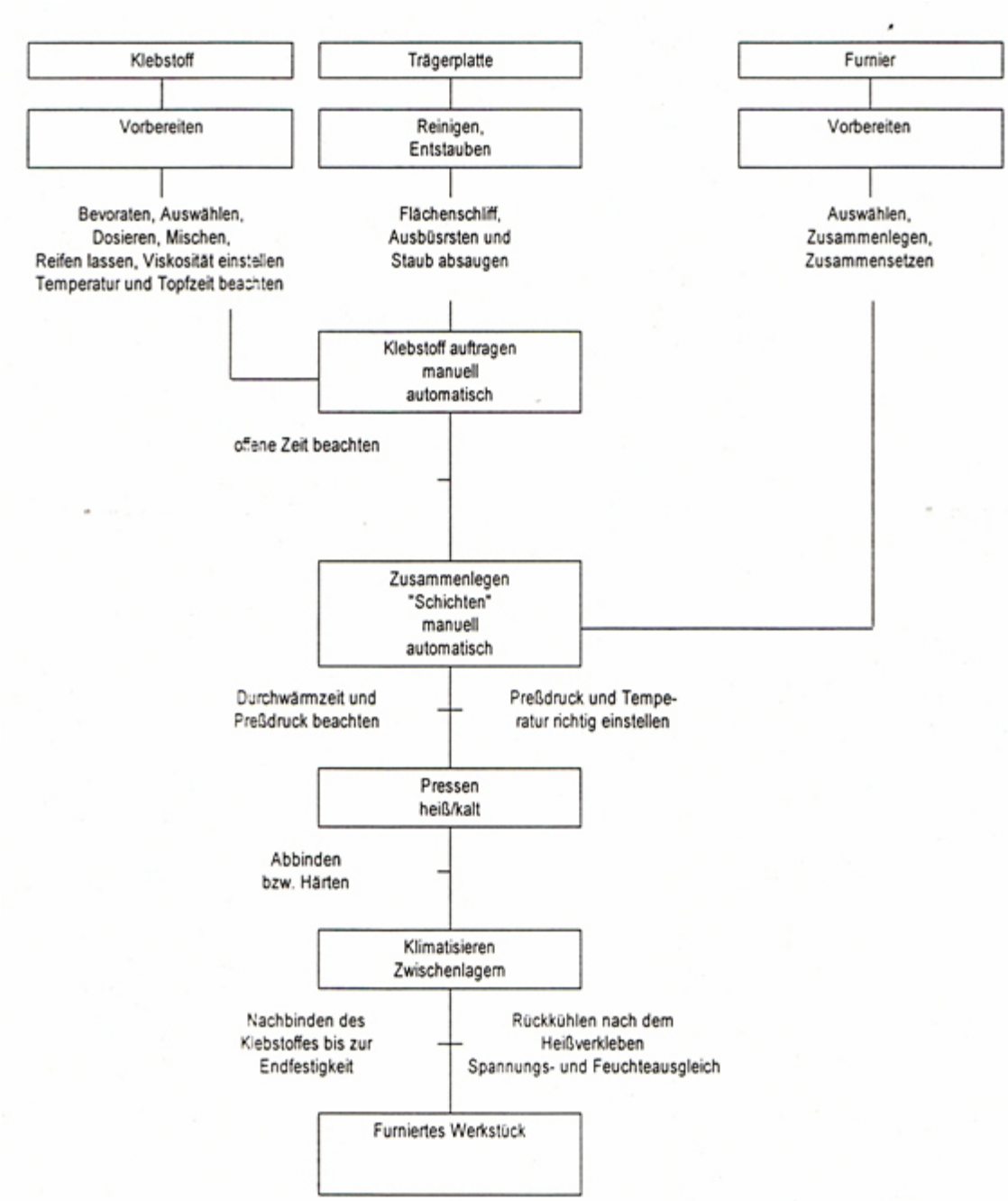
Für die Herkunft von Furnieren gilt das gleiche wie für Massivhölzer allgemein. Viele der in Deutschland verarbeiteten Furniere stammen nicht nur aus Mitteleuropa, sondern werden weltweit bezogen. Von daher stellt sich auch bei Furnieren die Frage, inwieweit sie **aus Waldbeständen mit nachhaltiger Bewirtschaftung** kommen. Hinweise zum Thema Nachhaltigkeit können auf der Seite Schreiner > Materialien > Massivholz > Nachhaltigkeitszeichen nachgelesen werden.

Verarbeitung

Sofern die Furniere zu Plattenwerkstoffen verarbeitet werden, kann deren Handhabung und Verarbeitung auf der Seite Schreiner > Materialien > Plattenwerkstoffe > Sperrholzplatten nachgelesen werden.

Im Schreinerbereich werden Furniere zur Beschichtung von Plattenwerkstoffen verwendet. Der Arbeitsablauf beim Furnieren kann der folgenden Grafik entnommen werden:

Bild: Arbeitsablauf beim Furnieren



Quelle: S. Götze Henkel KGaA, 1999

Die einzelnen Furnierblätter werden zumeist im Furnierlager besäumt und für größere Flächen vorbereitet. Dies geschieht mit Hilfe einer Furnierschneidemaschine (auch Furnierschere genannt), die mit einem Messer auf einer festen Unterlage arbeitet. Im Schreinerhandwerk kommen zumeist Furniersägen zum Einsatz, bei der mit einer Kreissäge das eingespannte Furnierpaket besäumt wird.

Die einzelnen Furnierblätter werden vor dem Aufleimen auf Trägerplatten durch Zusammenfügen an den Stoßfugen zu größeren Einheiten, den Furnierdecks oder Furnierteppichen, verbunden. Dies geschieht mit einer Furnier-Zusammensetz-Maschine mittels eines Schmelzkleberfadens oder mit so genanntem Fugenpapier. Diese Papierstreifen verkleben die Furnierfuge und müssen nach dem Furnieren wieder abgeschliffen werden.

Für die Auswahl der Furnierblätter und die Kontrolle der Fugen bei zusammengefügten Furnierblättern eignet sich idealerweise eine von unten beleuchtete Glasfläche. Hier wurde eine ausrangierte Ganzglastür eingesetzt, um einen solchen Leuchttisch zu konstruieren.

Bild: Leuchttisch für die Auswahl von Furnieren

Quelle: dds, Ausgabe 5/2001 S. 115

Hinweise zum Verleimen der Furniere finden sich auf der Seite Schreiner > Materialien > Klebstoffe > Harnstoffharzleim.

Checkliste zur Vermeidung von typischen Anwenderproblemen (pdf, 46 KB)

Die folgende Übersicht geht auf typische Verarbeitungsprobleme bei der Verleimung von Furnieren ein und gibt Anhaltspunkte, wie diese vermieden werden können:

Leimdurchschlag	• geringe Festigkeiten durch eine zu geringe **Viskosität** der Leimflotte • zu hoher Leimauftrag • poröse Furniere
Furnierablösung/ Kürschner	• Kraterbildung in der Leimfuge durch mangelnden Pressdruck • zu geringe Festigkeiten durch eine zu geringe Viskosität der Leimflotte und/oder zu hoher Holzfeuchte • zu geringe Festigkeit im Randbereich durch Überschreiten der **offenen Zeit** • langfristige Ablösung des Furniers durch falschen Leim oder zu hohe Beanspruchung der Fläche
Verfärbungen	• zu hohe Presstemperatur führt zu einer gleichmäßigen Verfärbung in allen Poren • bei Unverträglichkeit des Leimes mit den Werkstoffen entstehen vergleichbare Verfärbungen • Markierungen auf der Trägerplatte können zu ungleichmäßigen Verfärbungen führen • Nachdunkeln des Furniertes beim Leimdurchschlag
Rissbildung	• Wellige Furniere, zu trockene Furniere platzen beim Verpressen auf • zu hohe Presstemperaturen oder zu starkes Austrocknen der Furniere in der Presse führen zu gleichmäßig verteilten Haarrissen • Typische Rissbildungen von Messer- und Schälfurnieren

	bei empfindlichen Furnieren • fehlerhaftes fügen und verkleben der Furnierfugen
Verwerfungen	• Spannungen durch unterschiedliche Zugverhältnisse der Furnierlage • Einseitiges Abkühlen • Unterschiedliche Holzfeuchten der beiden beschichten Seiten
Offene oder überschobene Fugen	• Fügefehler am Furnier • welliges, zu trockenes Furnier • zu frühes Auflegen auf die beleimten Fläche
Durchscheinende Leimfäden	• zu dünne Furniere bzw. zu dünn ausgeschliffene Furniere • größte Gefahr bei Buche, Ahorn, Kirschbaum, Birnbaum, feinporige oder helle Hölzer verringern die Gefahr • nicht ausreichend abgelagerte Furniere (mindestens 2 Jahre vor der Verarbeitung) • zu dicke Leimfäden oder zu niedrige Durchlaufgeschwindigkeit in der Nähmaschine • Polyester ist problematischer als Polyamid-Schmelzkleber • intensive Belichtung beim Kunden

Sensibilisierende Hölzer

Einige Holzarten haben erhebliche Mengen an Holzinhaltsstoffen, die eine Sensibilisierung auslösen können. Im Einzelfall kann es dazu kommen, dass der Verarbeiter auf die Stäube dieser Holzarten allergisch reagiert. Hier eine Übersicht, welche Anteile an Inhaltsstoffen einige Holzarten bezogen auf die Masse aufweisen:

Kiefer	9 %
Pitch Pine	38 %
Birke	3,5 %
Eiche	12 %
Teak	11 %
Rotbuche	1,3 %

Im Splintholz sind in der Regel weniger Inhaltstoffe vorhanden als im Kernholz. Bei diesen Inhaltsstoffen handelt es sich im Wesentlichen um:

- Harze (Terpene)
- Gerbstoffe (Polypenole)
- Kohlenhydrate (z.B. Stärke, Zucker)
- Farbstoffe

Weitere Inhaltsstoffe, die durchaus **bioziden** Charakter haben können, treten bei einigen Holzarten in geringen Konzentrationen auf. Sie beeinflussen die Resistenzfähigkeit der einzelnen Hölzer gegen Pilze oder tierische Schädlinge.

Die **TRGS** 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe“ stuft folgende Hölzer als besonders sensibilisierend ein:

- Iroko
- Kampala
- Palisander
- Magahoni
- Teak
- Rotzeder
- Limba
- Abachi

Die Verarbeitung von Holz sollte deshalb so weit wie möglich in **staubarmen Bereichen** erfolgen. Durch eine geeignete Absaugung muss sichergestellt sein, dass in diesen Bereichen der Luftgrenzwert für einatembarem Holzstaub von 2 mg/m³ dauerhaft sicher eingehalten werden kann. Zudem sollten die Mitarbeiter die Möglichkeit haben, bei diesen Arbeiten geeignete Staubmasken einzusetzen. Näheres zum Thema staubarme Arbeitsbereiche und persönlicher Arbeitsschutz kann auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub nachgelesen werden.

Nachhaltigkeitszeichen

Auf dem Markt haben sich einige Nachhaltigkeitszeichen etabliert, mit denen Holz aus nachweislich nachhaltigem Anbau gekennzeichnet wird. Die Verfügbarkeit ist allerdings regional sehr unterschiedlich. Es empfiehlt sich, sich im Einzelfall über das Internet nach Lieferanten zu erkundigen.

- FSC
- PEFC
- Naturland
- Winterholz

FSC-Zertifikat

Der FSC (Forest Stewardship Council) ist eine nichtstaatliche gemeinnützige Organisation und hat das Ziel, die nachhaltige Waldbewirtschaftung weltweit zu fördern. Vor allem bei Tropenhölzern hat sich das FSC-Zeichen etablieren können. Von Umweltgruppen wird es stark favorisiert.

Um ein FSC- Zertifikat zu erhalten müssen die folgenden **Punkte** erfüllt sein:

- Verbot von Düngemitteln, Pestiziden und **Bioziden**
- Verbot von Monokulturen
- Verbot von Kahlschlägen
- Abgestorbene Bäume (Totholz) verbleiben im Wald
- Natürliche Verjüngung sicherstellen
- Referenzflächen
- Maschineneinsatz nur auf Waldwegen und Rückegassen
- Gezielte Förderung der Artenvielfalt
- Personal möglichst ganzjährig beschäftigen
- Regelmäßige Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen
- Arbeitssicherheit gewährleisten

- Hohe Holzqualität erzeugen
- Regelmäßige Forstinventuren durchführen
- Marktgerecht Hölzer produzieren

In Deutschland hat sich die **Gruppe98** gegründet, ein Zusammenschluss von Herstellern unterschiedlichster Holzprodukte, um Erzeugnisse aus FSC-Holz auf den Markt zu bringen.

PEFC-Pan European Forest Certifikation

PEFC ist die größte unabhängige Institution zur Sicherstellung und Vermarktung nachhaltiger Wald- und Forstwirtschaft durch ein Zertifizierungssystem mit Kennzeichen für Holz und Holzprodukte. Das PEFC ist von den europäischen Waldbesitzern gegründet worden.

Für die Vergabe des Zeichens müssen folgende **Kriterien** erfüllt werden:

- die natürliche Waldverjüngung hat Vorrang vor Pflanzungen
- Mischbestände mit standortgerechten Baumarten sind anzustreben
- Kahlschläge sind nur in Ausnahmefällen zulässig
- Wenn möglich sollte auf den Einsatz von Bioziden verzichtet werden
- Der Wald sollte mit minimalen Waldschäden erschlossen werden
- Düngung zur Ertragssteigerung ist verboten
- Abgestorbene Bäume (Totholz) verbleiben im Wald
- Gute Holzqualität erzeugen
- Qualifikationsbezogene Bezahlung der Arbeitskräfte auf Grundlage der geltenden Tarifverträge
- Aus- und Fortbildungsmaßnahmen sicherstellen
- Beachtung der vielfältigen sozialen und ökonomischen Funktionen des Waldes

Naturland Waldbau

Mit diesem Kennzeichen wird Holz aus ökologischer Waldnutzung gekennzeichnet. Um das Naturland-Zertifikat zu erlangen, wird besonderen Wert auf die zukünftige Planung der Bewirtschaftung entsprechend der Naturland-Richtlinien gelegt.

Die konkreten **Anforderungen** an die Vergabe des Zeichens sind:

- Der menschliche Eingriff sollte auf ein Mindestmaß beschränkt werden
- Der Waldboden muss sich ungestört entwickeln können
- Naturverjüngung wenn möglich
- Die natürliche Artenvielfalt muss erhalten bleiben
- Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger sind nicht gestattet
- Mischbestände aus heimischen Arten sind anzustreben
- Kein Kahlschlag
- Abgestorbene Bäume (Totholz) verbleiben im Wald
- 10 % der Flächen dürfen nicht gezielt bewirtschaftet werden

Winter Qualitätsholz

Dieses Zeichen (WQH) kennzeichnet Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Für die Kennzeichnung müssen folgende selbstauferlegte **Qualitätsstandards** beachtet werden:

- Bundeswald- und Landeswaldgesetze sind einzuhalten.
- Keine Kahlschläge
- Ernte zwischen dem 01.11.und 31.01.
- Eingesetzte Kettenschmieröle bei der Ernte müssen biologisch abbaubar sein.
- Es müssen Qualitätsmerkmale eingehalten werden z.B. darf nur gesundes Holz verkauft werden, dessen durchschnittliche Jahrringbreit 6 mm nicht überschreiten darf.
- Um die natürliche Trocknung zu unterstützen, bleibt die Krone so lange es geht am Stamm.
- Es dürfen keine chemischen Insektenbekämpfungsmittel verwendet werden.
- In einer Begleiturkunde werden Einschlags- und Bearbeitungszeitraum angegeben.
- Der Sägewerker ist verpflichtet vorrangig Holz aus regionalen Wäldern zu kaufen.
- Das Holz muss so abgelagert werden, wie es die Qualitätsstandards verlangen.
- Chemische Imprägnierung von WHQ zur Vorbeugung ist untersagt.

Thermoholz

Als Thermohölzer werden Hölzer bezeichnet, die durch ein thermisches Verfahren haltbarer gemacht werden. Für die Verbesserung der Haltbarkeit müssen folgende Eigenschaften des Holzes beeinflusst werden:

1. Verminderung der Feuchteaufnahme
2. Erhöhung der Festigkeit
3. Verbesserung der Widerstandskraft gegenüber Pilzen und Holzschädlingen

Durch die thermische Behandlung über 150 °C wird die Holzsubstanz in wesentlichen Eigenschaften verändert. Die dadurch entstehenden Holzprodukte weisen folgende Eigenschaften auf:

Vorteile

- Es findet eine Vergütung über den gesamten Querschnitt statt.
- Die **Dimensions- und Formstabilität** wird um 70 % erhöht.
- Erhöhung der **Dauerhaftigkeit bis Resistenzklasse 1** möglich, d.h. es kann sogar im Erdkontakt ohne Holzschutzmittel eingesetzt werden.
- Das Holz erhält eine dunkle gleichmäßige **Färbung**.
- Die **Dichte**, die Wärmeleitfähigkeit und die Feuchteaufnahme wird verringert.

Nachteile

- Verringerung der **Biegefestigkeit** um etwa 40 %.
- Das Holz **versprödet**.
- Der **pH-Wert** sinkt auf 4 bis 5 ab.
- Die **elektrische Leitfähigkeit** erhöht sich um 7 bis 25 %.

Mit dem Verfahren können preiswerte Weichhölzer auch in höher belasteten Bereich ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, z.B. bei Außenverkleidungen, Gartenmöbel, Terrassendielen u.ä.

Das Verfahren ist noch relativ neu. Es haben sich bislang drei unterschiedliche Herstellungsansätze ergeben, um die oben beschriebenen Produkteigenschaften zu erreichen. Die Verfahrensdauer hängt stark von den jeweiligen Holzqualitäten und Holzstärken ab.

OHT-Verfahren (Oil Heat Treatment)	• Verfahren mit reinem, naturbelassenem **Pflanzenöl** • Kein Zusatz von sonstigen Stoffen • Das Holz wird **im Ölbad erhitzt** (je nach Anforderung auf (220° - 240°) • Das Öl sorgt für gleichmäßigen Wärmetransport und Wärmeverteilung, sowie für 100% Sauerstoffabschluss • Temperatur im Holz und Öl wird genau gesteuert, überprüft und aufgezeichnet • Keine Ölaufnahme während des Prozesses • Die **Harze werden vollkommen ausgetrieben und sind im Öl gelöst** • Material kommt im Prinzip trocken aus der Anlage (kein Schmierfilm auf der Oberfläche) • **Behandlungsdauer ca. 23-30 Stunden** (je nach Querschnitt und Ausgangsfeuchte) • Energierückgewinnung durch Wärmetauscher zur Verbesserung der Energiebilanz • Grossteil der Primärenergie bleibt im Heißen Öl erhalten

Retification-System	• Das Holz wird vorher **auf 12 % Feuchte getrocknet** • Danach in einer speziellen Kammer langsam auf 210 - 240 °C erhitzt, dies geschieht in einer stickstoffhaltigen Atmosphäre mit weniger als 2 % Sauerstoff • Rein **thermisches Verfahren**
Plato-Verfahren	Das Plato-Verfahren kann in vier Phasen unterteilt werden. **Phase 1: Hydrothermolyse** Das Holz wird in wasserhaltiger Umgebung unter hohen Drücken auf 175 °C aufgeheizt. Das Lignin und die Hemizellulose wird aufbereitet zu reaktiven Zwischenprodukten. Die Zellulose bleibt aber unversehrt, so dass die wesentlichen mechanischen Eigenschaften erhalten bleiben. **Phase 2: Trocknung** Im Ofen wird das Holz 8 % Feuchtegehalt getrocknet. Dies ist notwendig, um innere Risse während der dritten Phase zu vermeiden. **Phase 3: Aushärtung** Das Holz wird unter trockenen Bedingungen auf 175 °C erhitzt. Die reaktiven Zwischenprodukte aus Phase 1 verbinden sich wieder und vernetzen sich. Durch diesen Prozess wird die Haltbarkeit und Dimensionsstabilität wesentlich verbessert. **Phase 4: Konditionierung** In der letzten Phase wird das Holz auf einen Feuchtegehalt von 6 – 8 % für die Verarbeitung eingestellt.
ThermoWood	**Phase 1: Aufwärmphase** Durch die Wärme und den Wasserdampf steigt die Temperatur in der Kammer auf 100 °C. Danach wird die Temperatur bis auf 130 °C gefahren. Das Holz wird fast bis zu einer Holzfeuchte von 0 % getrocknet. **Phase 2: Wärmebehandlung** Die Temperatur wird auf 185 °C bis 215 °C erhöht. Nach dem Erreichen dieses Niveaus bleibt die Temperatur unverändert für 2 – 3 Stunden (je nach Anwendungsgebiet). **Phase 3: Abkühlung und Regulierung der Ausgleichsfeuchte** Die Temperatur wird durch Wasserzugabe gesenkt. Wenn die Temperatur von 80 °C bis 90 °C erreicht hat, wird das Holz weiter befeuchtet bis zu einer Endfeuchte von 4 bis 7 %

Plattenwerkstoffe

Holzwerkstoffe werden durch Verpressen von unterschiedlich großen Holzteilen wie Bretter, Stäbe, Furnier, Furnierstreifen, Späne und Fasern mit Klebstoff oder mineralischen Bindemitteln hergestellt. Die wesentlichen **Vorteile** beim Einsatz von Holzwerkstoffen gegenüber Massivholz sind:

- **Gleichmäßigere Eigenschaften**
- **Vergütung** des Holzes
- Bessere **Ausnutzung** des eingeschlagenen Holzes
- Geringerer **Verschnitt** in der Verarbeitung
- Geringere **Quell- und Schwindbewegungen** bei Feuchteeinflüssen
- **Großflächigkeit**

Entsprechend des Einsatzbereiches werden Holzwerkstoffe nach der neuen europäischen Produktnorm für Holzwerkstoffe DIN EN 13968 in drei Nutzungsklassen eingeteilt:

Tabelle: Holzwerkstoffklassen und Gebrauchsfeuchte

Nutzungs-klasse	Beschreibung	Holzwerkstoff-klassen (DIN 68800-2)	Klebstoffe
NK 1	**Innenbereich** Typisches Raumklima 20 °, 65 % Luftfeuchte, die nur wenige Wochen pro Jahr höher liegt.	20	Aminoplaste (Harnstoffharze) PMDI
NK 2	**Feuchtbereich** Raumklima 20 °, die Luftfeuchte liegt wird nur wenige Wochen pro Jahr über 85 %.	100	Phenolharzleime Phenolharz-Resorcinleime PMDI
NK 3	**Außenbereich** Höhere Holzfeuchten als im Raumklima der Nutzungsklasse 2.	100 G	wie NK 2 zusätzlich mit einem Holzschutzmittel geschützt gegen holzzerstörende Pilze (nicht gegen Schimmelpilze!)

Quelle: DIN EN 13986, März 2004

Die folgende Tabelle veranschaulicht, welche Holzwerkstoffplatte für welchen Einsatzzweck zum Einsatz kommen sollte:

Tabelle: Einsatzbereiche für Holzwerkstoffplatten

Nutzungsklasse	am Tage	nicht tragend	tragend	hochbelastbar
trocken Nutzungsklasse 1	Spanplatten DIN EN 312	P1 + P2	P4	P6
	Bausperrhölzer DIN EN 636	DIN EN 636-1/G	DIN EN 636-1/S	
	OSB DIN EN 300	OSB/1	OSB/2	
	Massivholzplatten (SWP) DIN EN 13353	SWP/1 ntr.	SWP/1 tr.	
	Furnierschichtholzplatten (LVL) EN 14279		LVL/1	
	MDF DIN EN 622-5	MDF	MDF.LA	
	poröse Faserplatten (SB) DIN EN 622-4	SB	SB.LS	
	mittelharte Faserplatten (MB) DIN EN 622-3	MBL + MBH	MBH.LA1	MBH.LA2
	harte Faserplatten (HB) DIN EN 622-2	HB	HB-LA	
feucht Nutzungsklasse 2	Spanplatten DIN EN 312	P3	P5	P7
	Bausperrhölzer DIN EN 636	DIN EN 636-2/G	DIN EN 636-2/S	
	OSB DIN EN 300		OSB/3	OSB/4
	Massivholzplatten (SWP) DIN EN 13353	SWP/2 ntr.	SWP/2 tr.	
	Furnierschichtholzplatten (LVL) EN 14279		LVL/2	
	MDF DIN EN 622-5	MDF.H	MDF.HLS	
	poröse Faserplatten (SB) DIN EN 622-4	SB.H	SB.HLS	
	mittelharte Faserplatten (MB) DIN EN 622-3	MBL.H + MBH.H	MBH.HLS1	MBH.HLS2
	harte Faserplatten (HB) DIN EN 622-2	HB.H	HB-HLA1	HB-HLA.2
außen Nutzungsklasse 3	Bausperrhölzer DIN EN 636	DIN EN 636-3/G	DIN EN 636-3/S	
	Massivholzplatten (SWP) DIN EN 13353	SWP/3 ntr.	SWP/3 tr.	
	Furnierschichtholzplatten (LVL) EN 14279		LVL/3	
	poröse Faserplatten (SB) DIN EN 622-4	SB.E		
	mittelharte Faserplatten (MB) DIN EN 622-3	MBL.E + MBH.E		
	harte Faserplatten (HB) DIN EN 622-2	HB.E		
	zementgebundene Spanplatten DIN EN 634-2		Klasse 1+2	

Quelle: Gesamtverband Deutscher Holzhandel, 2005

Durch die Wahl der verwendeten Bindemittel ergeben sich Eigenschaften für die jeweils gewünschten Holzwerkstoffklassen. Weitere Informationen zu den verwendeten Bindemitteln können auf der Seite Schreiner > Materialien > Plattenwerkstoffe > Bindemittel nachgelesen werden.

Formaldehyd

Formaldehyd ist ein Stoff, der auch in der Natur und damit im gewachsenen Holz vorkommt. Er wird bei der Herstellung von Plattenwerkstoffen häufig als ein Zusatz für die Verleimung eingesetzt. Bei harnstoffharzgebundenen Spanplatten besteht das Problem des **kontinuierlichen Ausgasens von Formaldehyd**. Durch die Luftfeuchtigkeit wird der "Härter" Formaldehyd in geringen Mengen aus den Platten herausgelöst. Hinzu kommt, dass in der Fertigung der Platten grundsätzlich mit einem geringen Überschuss an Formaldehyd gearbeitet werden muss. Dieser Überschuss entweicht langsam in der späteren Nutzungsphase. Nähere Hinweise zur Abdichtung von Formaldehydausgasungen finden sich auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Formaldehyd.

Verantwortlich für die Formaldehydabgabe eines Holzwerkstoffes sind neben der Leimart, der Leimauftragsmenge, den Pressbedingungen (Temperatur und Zeit) auch die Holzinhaltsstoffe. Kernhölzer mit einem hohen Anteil an Inhaltsstoffen reagieren mit dem Formaldehyd und verringern dessen Abgabe an den Raum. Bei Sperrholz wirken sich die Furnierdicke und Anzahl der Lagen aus. Deckschichten aus Okumé oder Gabun z.B. weisen geringere Formaldehydemissionen auf als Buche. In der Öffentlichkeit wird zunächst ausschließlich die Spanplatte in Verbindung mit Formaldehyd gebracht. Da bei der Herstellung vieler Holzwerkstoffe für die Verleimung Formaldehyd verwendet wird, gelten die **Vorschriften der Chemikalienverbotsverordnung für die Abgabe von Formaldehyd auch für alle Holzwerkstoffe**.

In Wohn- und Büroräumen hat die Chemikalienverbotsverordnung deshalb einen maximal zulässigen **Grenzwert von 0,1 ppm Formaldehyd in** der Raumluft vorgeschrieben. Mit der verabschiedeten europäischen Norm DIN EN 13986 sind die Grundlagen für ein europaweites **CE-Zeichen** für alle Holzwerkstoffe geschaffen worden. Die Holzwerkstoffe werden diesbezüglich in Emissionsklassen eingeteilt, deren niedrigste Stufe E 1 die Einhaltung des Formaldehyd-Grenzwertes gewährleisten soll. Die Holzwerkstoffe werden dabei entsprechend der Norm in verschiedene Klassen unterteilt:

Tabelle: Emissionsklassen von Holzwerkstoffen

Emissionsklasse	Formaldehydemissionswert
E 1	bis 0,1 ppm
E 2	0,1 - 1,0 ppm
E 3	1,0 bis 2,3 ppm

Quelle: EN 13896, September 2002

In Deutschland dürfen ausschließlich Plattenwerkstoffe der Emissionsklasse E 1 in Vertrieb gebracht werden. In Europa sind durchaus auch E 2-Platten zulässig, sodass man zumindest **bei Platten ausländischer Herkunft darüber einen Nachweis beim Lieferanten erfragen sollte**. Um die Emissionsklasse E 1 sicherzustellen, müssen die Hersteller durch eine werkeigene Produktionskontrolle entsprechend der Art der Holzwerkstoffe folgende **Grenzwerte** einhalten:

Tabelle: Grenzwerte für E 1-Platten

Werkstoff	Grenzwert für Formaldehyd
Spanplatten/Faserplatten	8,0 mg HCOH/100 g*
Tischlerplatten/Furnierplatten	3,5 mg HCHO/hm²

Quelle: Bundesgesundheitsblatt 10/91 S. 489, *gilt für eine Materialfeuchte von 6,5 %.

Die Grenzwerte werden für Span-/Faserplatten mit einem anderen Messverfahren überprüft als für Tischler-/Furnierplatten. Fragen Sie einfach Ihren Lieferanten, ob er für die von Ihnen verarbeiteten Plattenwerkstoffe die Einhaltung des Formaldehydgrenzwertes durch Messprotokolle belegen kann.

Denn auch bei einer ausschließlichen Verwendung von E1-Platten kann es unter folgenden Umständen zu einer **Überschreitung des Grenzwertes** für Formaldehyd kommen:

- hohe **Beladung** (Anteil m² Spanplatte zu Raumvolumen)
- erhöhte **Luftfeuchtigkeit** (70 - 95 %)
- höhere **Raumtemperaturen** (mehr als 25 °C)

Alle diese Faktoren haben erheblichen Einfluss auf die mögliche Überschreitung des Grenzwertes von Formaldehyd im Raum. Sofern der Raumgrenzwert nicht eingehalten wird, kann dies von Gerichten als erheblicher Mangel angesehen werden.

Einige Holzwerkstoffhersteller haben ihre Platten mit dem **Umweltzeichen** des Blauen Engels ausgezeichnet. Damit soll sichergestellt werden, dass bei Verwendung dieser Platten der gültige Raumgrenzwert von 0,1 ppm Formaldehyd um mindestens 50 % unterschritten wird. Nähere Informationen zum Blauen Engel können auf der Seite Schreiner > Materialien > Umweltzeichen eingesehen werden.

Daneben kann durch eine **Beschichtung das Ausgasen von Formaldehyd aus den Plattenwerkstoffen um 50 - 80 % reduziert** werden:

- Anstrich mit **Dispersionsfarben**
- **Dekorbeschichtung** mit melaminharzgetränkten Papieren
- Beschichtung mit einem Zweikomponenten-**Polyurethanlack**
- Beschichtung mit **Alkydharzlack**
- Abkleben der offenen **Kanten** mit Kantenmaterial

Bindemittel

Die Verleimung der Plattenwerkstoffe bestimmt deren Eigenschaften. Je nach gefordertem Einsatzzweck werden dabei folgende Bindemittel verwendet:

Harnstoff-Formaldehyd (UF)	Harnstoffharze erhält man durch die **Kondensation** einer wässrigen Lösung von Harnstoff und Formaldehyd. Von allen Spanplattenbindemitteln nehmen die Harnstoff-Formaldehydharze auf Grund ihres geringen Preises und ihrer Eigenschaften eine herausragende Stellung ein. In Europa werden mehr als 90 % aller Spanplatten mit Harnstoffharzen hergestellt Ausgehärtete Harnstoffharze sind sehr hart und spröde. Sie verleihen den Spanplatten ausgezeichnete Festigkeiten. In heißem Wasser werden die Klebstoffverbindungen harnstoffharzverklebter Spanplatten relativ schnell durch Hydrolyse zerstört. Dieser Plattentyp ist daher für den Einsatz in Feuchtbereichen nicht geeignet.
Melamin-	Melamin-Formaldehydharze sind Kondensationsprodukte von

Formaldehyd (MF)	Melamin und Formaldehyd. Melamin wird aus Calciumcarbid über Calciumcyanamid gewonnen. Da Calciumcarbid nur unter großem Energieaufwand hergestellt werden kann, ist das Melamin erheblich teurer als der aus billigem Ammoniak und Kohlendioxid hergestellte Harnstoff. Die chemische Vernetzung verläuft analog dem der Harnstoffharze über die entsprechenden Methylolverbindungen. In der Hitze härten diese Harze zu begrenzt kochfesten Platten aus. Die gute Wasserbeständigkeit bleibt auch dann zum großen Teil erhalten, wenn sie mit Harnstoffharzen gestreckt werden (MUF).
Phenol-Formaldehyd (PF)	Phenol-Formaldehydharze werden durch Kondensation von Phenol und Formaldehyd im alkalischen pH-Bereich gebildet. Außer dem reinen Phenol werden auch Kresole, Resorcin und Xylenole mit Formaldehyd kondensiert. Die Verwendung von Phenolharzen als Bindemittel führt zu einer kochfesten Verleimung der damit hergestellten Holzwerkstoffe. Der Härtungsprozess in der Heizpresse der Spanplattenherstellung verläuft beim Phenolharz anders als beim Harnstoffharz. Das Harnstoffharz geht bei hoher Temperatur spontan in den Endzustand über, während die Härtung des Phenolharzes über eine zeitlich ausgedehnte Phase zunehmender Verfestigung verläuft.
Tannin-Formaldehyd (TF)	Tannine sind polyphenolische Bindemittel, die aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz, Rinde, Schoten oder Samen gewonnen werden. Die bekannten als Bindemittel geeigneten Tannine sind die kondensierten Tannine, die z. B. aus Akazienrinde, Mangrovenrinde und Quebrachoholz gewonnen werden. Die Tannine lassen sich auf Grund ihrer chemischen Struktur mit geeigneten Vernetzungsmitteln - üblicherweise Formaldehyd - zu hochmolekularen Kondensationsprodukten umsetzen. Mit den kondensierten Tanninen können Spanplatten des Typs V20 und V100 hergestellt werden. Es können auch feuchtebeständige, mitteldichte Faserplatten (MDF) hergestellt werden. **Tannin-gebundene Platten weisen eine sehr geringe Formaldehydemission auf.**
Polymeres Diphenylmethan-Diisocyanat (PMDI)	PMDI härtet nicht wie bei UF- bzw. PF-Harzen unter Hitzeeinwirkung aus, sondern es handelt sich vorwiegend um hochreaktive Monomere, die während des Prozessganges weiterreagieren und zu Span-zu-Span-Bindungen mit **hoher Wasserbeständigkeit** führen. Die hohe Reaktivität erlaubt einen niedrigeren Bindemittelaufwand als dies z. B. mit PF-Harzen notwendig ist, um V100-Bindefestigkeiten zu erreichen. Außerdem sind kürzere Presszeiten möglich. Der Wunsch nach Holzwerkstoffen, die mit einem formaldehydfreien Bindemittel hergestellt werden, hat in den letzten Jahren zu einer deutlichen Zunahme dieses Plattentyps geführt.

Pflanzliche Bindemittel, z.B. aus Stärke oder Eiweiß, spielen in der industriellen Herstellung zurzeit praktisch keine Rolle. Sie sind jedoch Gegenstand intensiver Forschung. Interessant sind vor allem natürliche Klebstoffe, die ohne Formaldehyd und ohne Beimischungen von Kunstharzen oder PMDI auskommen.

Spanplatten

Spanplatten bestehen aus Holzspänen, die mit Klebstoff verleimt zu einer Platte verpresst werden. Flachpressplatten haben dabei mit weitem Abstand den größten Marktanteil. OSB-Platten werden inzwischen nicht nur als Schalungsplatten, sondern zunehmend auch gestalterisch im Innenausbau eingesetzt.

Flachpressplatten

Flachpressplatten weisen ein typisches Rohdichteprofil auf. In der Mittellage befinden sich relativ grobe Späne, während die Außenlagen einen hohen Feinspananteil aufweisen. Dadurch entsteht eine sehr glatte Oberfläche. Als Rohspanplatte kann sie furniert oder lackiert werden.

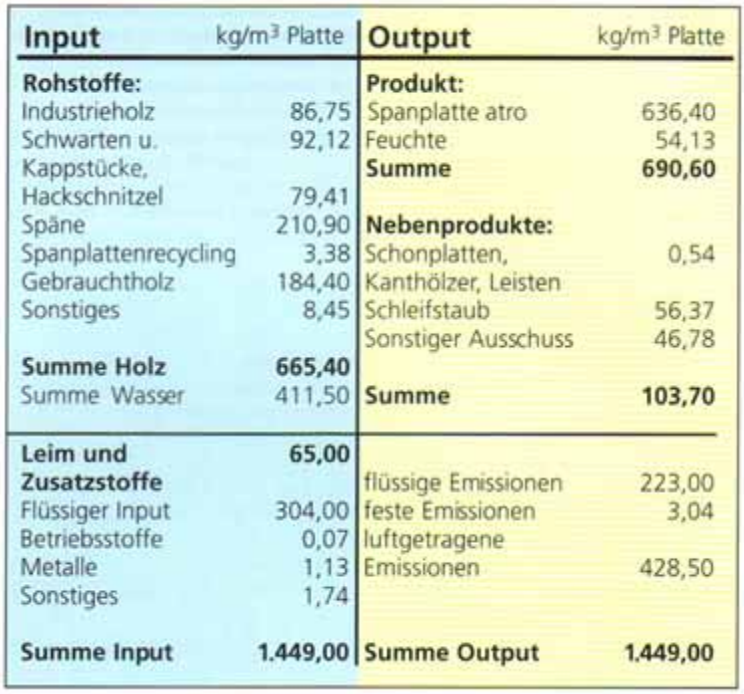
Herstellung

Das Holz für Spanplatten wird regional sehr unterschiedlich bezogen. Im Durchschnitt ergeben sich etwa folgende Werte:

- 57 % Restholz aus der Fertigung (Hackschnitzel, Schwarten, Späne...)
- 13 % Waldindustrieholz
- 1 % Spanplattenrecycling (Aufbereitung von alten Spanplatten)
- 28 % Gebrauchtholz (Altholz der Kategorie 1 oder 2)

Zur Verbesserung der Feuchtebeständigkeit wird der Spanplatte etwa 1-2 % Paraffin zugegeben. Rothölzer wie auch Eiche werden in Spanplatten nicht verwendet. Lediglich Buche hat je nach Hersteller einen Anteil von bis zu 15 %. Die komplette **Sachbilanz** einer typischen Spanplatte für den Innenbereich stellt sich wie folgt dar:

Bild: Sachbilanz für 1 m³ Spanplatte



Input	kg/m³ Platte	Output	kg/m³ Platte
Rohstoffe:		**Produkt:**	
Industrieholz	86,75	Spanplatte atro	636,40
Schwarten u.	92,12	Feuchte	54,13
Kappstücke,		**Summe**	**690,60**
Hackschnitzel	79,41		
Späne	210,90	**Nebenprodukte:**	
Spanplattenrecycling	3,38	Schonplatten,	0,54
Gebrauchtholz	184,40	Kanthölzer, Leisten	
Sonstiges	8,45	Schleifstaub	56,37
		Sonstiger Ausschuss	46,78
Summe Holz	**665,40**		
Summe Wasser	411,50	**Summe**	**103,70**
Leim und Zusatzstoffe	**65,00**		
		flüssige Emissionen	223,00
Flüssiger Input	304,00	feste Emissionen	3,04
Betriebsstoffe	0,07	luftgetragene	
Metalle	1,13	Emissionen	428,50
Sonstiges	1,74		
Summe Input	**1.449,00**	**Summe Output**	**1.449,00**

Quelle: Holz - Rohstoff der Zukunft, August 2001

In beschichteter Form werden Spanplatten als **dekorative Schichtpressstoffplatte** (KF-Platte) hergestellt. Die Dekorpapiere werden aus Zellstofflagen in Melaminharzen getränkt und auf die Rohspanplatten im Herstellwerk aufgepresst. Die wesentlichen Rohstoffe für die verwendeten Dekorpapiere sind:

- gebleichter Zellstoff 55-95 %
- Füllstoffe 5-45 %
- Farbpigmente 0-40 %
- Hilfsstoffe 0-10 %

Während früher chlorhaltige Chemikalien in der Vorfertigung eine wichtige Rolle spielten, wird heute zumeist chlorfrei gebleichter Zellstoff mit entsprechend geringeren Umweltauswirkungen eingesetzt. Bei den Farbpigmenten hat man aufgrund der geringeren Umweltprobleme von anorganischen Farbsystemen auf organische umgestellt.

Für die Herstellung von **1 Kubikmeter Spanplatten werden rund 131 kWh elektrischer Energie und 2 386 MJ thermischer Energie benötigt.** Der energieintensivste Schritt ist dabei die Spänetrocknung, die einen Anteil von 70 % am Energieverbrauch hat.

Kennwerte

Die Kennwerte differenzieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
4 ... 50	550 - 750	0,35 %	50/100	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- V 20
- V 100
- V 100 G

entsprechend der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2

Entsorgung

Bei ausreichendem konstruktiven Holzschutz zeichnen sich Spanplatten durch eine hohe Langlebigkeit aus. Aufgrund ihrer gegenüber Massivholz deutlich geringeren Festigkeitseigenschaften sind sie allerdings **weniger reparaturfreundlich.** Sie können geänderten Nutzungswünschen zumeist nicht angepasst werden.

Grundsätzlich eignen sich alte Spanplatten nur sehr bedingt für eine **stoffliche Verwertung**, denn aus ihnen können keine naturbelassenen Späne im eigentlichen Sinne mehr erzeugt werden. Zudem will man vermeiden, dass durch den Wiedereinsatz von alten Spanplatten der Formaldehydgehalt in den neuen Spanplatten zu stark ansteigt. Deshalb erfordert eine direkte stoffliche Verwertung von Spanplatten, dass die Platten bei Druck und Hitze in wässriger Lösung in ihre Bestandteile Holzspäne und Klebstoffe aufgelöst werden. Nach entsprechender Trocknung stehen die Späne als vollwertiger Materialeinsatz für die Neufertigung von Spanplatten zur Verfügung.

Das Wiederverwertungspotenzial bei Spanplatten konzentriert sich hauptsächlich auf eine **energetische Verwertung.** Dafür sind sie besonders geeignet, weil sie einen höheren Heizwert als Massivholz aufweisen. Allerdings sind an die Verbrennung aufgrund der Bindemittelbestandteile besondere technische Anforderungen zu stellen. Werden diese nicht berücksichtigt, kann es zu Geruchsbelästigungen und erhöhten Stickoxidemissionen kommen, welche von Ammoniumzusätzen herrühren. Spanplattenreste werden der Brennstoffgruppe 7 nach der Kleinfeuerungsanlagenverordnung (**1. BImSchV**) zugeordnet. Sie dürfen in Anlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW energetisch genutzt werden. Weitere Informationen zur thermischen Verwertung von Holzresten finden sich im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Holzfeuerung.

OSB-Platten

Herstellung

OSB-Platten (Oriented Strand Board) werden wie Flachpressplatten aus Spänen hergestellt, die mit einem Bindemittel zur Platten verpresst werden. Allerdings sind die Späne deutlich größer. Dadurch weisen die Platten in Richtung der Späne eine erhöhte Festigkeit auf.

Die Oberfläche von OSB-Platten ist wesentlich unebener als die von herkömmlichen Flachpressplatten. **Durch die groben Holzspäne betonen sie den Holzcharakter der Platte und eignen sie sich durchaus dazu, unbehandelt oder nur mit einer Lasur gestrichen eingesetzt zu werden.**

Die Herstellung von OSB-Platten erfolgt ausschließlich durch Industrierestholz und Restholz aus der Fertigung. Die Rahmenbedingungen der Herstellung im Hinblick auf den Energieverbrauch entsprechen denen der Spanplattenherstellung.

Kennwerte

Die Kennwerte differenzieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³*	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
8 ... 30	600 - 700	0,35 %	50/300	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- V 20
- V 100

entsprechend der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2

Entsorgung

OSB-Platten werden wie andere Holzwerkstoffe auch als Brennstoff der Brennstoffgruppe 7 (1. BImSchV) eingeteilt. Sie sind von daher geeignet in Holzfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von wenigstens 50 kW verwertet zu werden.

Eine stoffliche Verwertung von OSB-Platten vergleichbar dem Verfahren bei Flachpressplatten hat sich bislang nicht am Markt etablieren können.

Sperrholz

Mit Sperrhölzern werden Plattenwerkstoffe bezeichnet, die aus quer zueinander verlaufenden Holzschichten aufgebaut sind. Durch die Verleimung werden die Quell- und Schwindbewegungen des Holzes abgesperrt. Man unterscheidet dabei Furnierplatten, die auf einer ungeraden Anzahl von Furnierschichten aufgebaut sind und Tischlerplatten, deren Mittellage aus stabförmigen Holzleisten besteht. Generell ist die Holzausbeute bei Sperrhölzern schlechter als bei Spanplatten, da die Holzqualität höher sein muss und die Kernbereiche nicht verarbeitet werden können.

Furniersperrholz

Baufurniersperrholz entsteht durch kreuzweises Anordnen und Verkleben der Furniere. Die Furniere müssen symmetrisch zur Mittelachse angeordnet sein. Im Innenausbau werden Furniersperrhölzer auch häufig als **Multiplexplatten** bezeichnet. Durch das charakteristische Kantenbild werden Multiplexplatten gerne im Innenausbau eingesetzt.

Herstellung

Die Wahl der Holzart ist vielfältiger als bei anderen Holzwerkstoffen. Während im Baubereich Baufurniersperrholz aufgrund der höheren Festigkeitswerte zum Einsatz kommt, sind es im Innenausbau häufig helle Hölzer wie Pappel oder Gabun. Gebrauchthölzer aus der Anwendung werden in der Herstellung nicht eingesetzt.

Die Furniere werden im Rundlauf vom Stammholz abgeschält und dann auf die jeweils benötigte Breite geschnitten.

Kennwerte

Die Kennwerte differenzieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
8 ... 40	450 - 850	0,02 %	50/400	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- BFU 20
- BFU 100
- BFU 100 G
- BFU-BU 100
- BFU-BU 100 G

BU steht für Baufurniersperrhölzer aus Buche, die Zahlen entsprechen der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2.

Entsorgung

Bedingt durch ihre höhere Biegefestigkeit gegenüber Spanplatten haben Furnierplatten eine höhere Lebensdauer und können bei Schadensfällen leichter repariert werden.

Eine stoffliche Verwertung ist nicht möglich. Eine energetische Verwertung kann in Kleinfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW erfolgen. Die Platten entsprechen der Brennstoffgruppe 7 der **1. BImSchV**.

Tischlerplatten

Tischlerplatten bestehen aus einer Decklage und Mittellage aus Holzleisten. Die Decklage kann aus Furnier sein oder aus einer dünnen Spanplatte (Span-Tischlerplatte). Bei der Mittellage gibt es zwei Typen. Bei den Stab-Platten sind die Leisten deutlich größer als bei den Stäbchenplatten.

Herstellung

Die Herstellung entspricht den Angaben zum Furniersperrholz.

Kennwerte

Die Kennwerte differenzieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
13 ... 52	400 - 500	0,02 %	50/400	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- 20
- 100

plus der jeweiligen Herstellerkennzeichnung. Die Zahlen entsprechen der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2.

Entsorgung

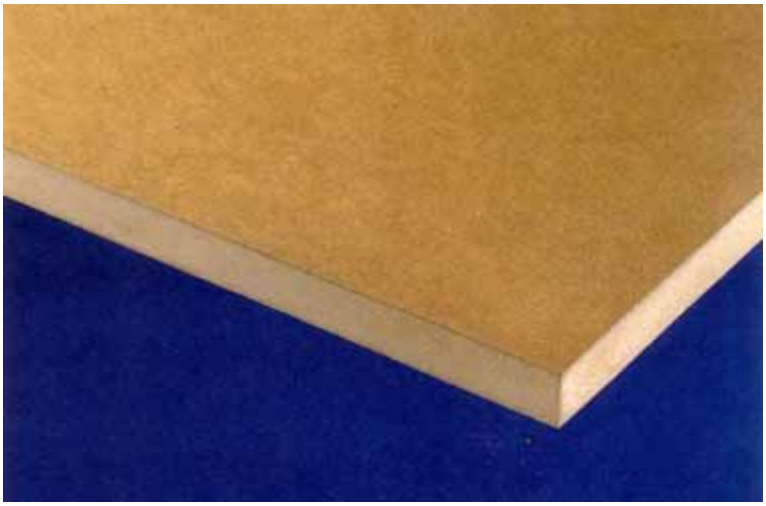
Die Entsorgung entspricht den Angaben zum Furniersperrholz.

Holzfaserplatten

Holzfaserplatten werden in ganz unterschiedlichen Bereichen eingesetzt. Entsprechend haben sich folgende Grundtypen daraus entwickelt:

- **MDF-Platte**
  Die mitteldichte Holzfaserplatte (MDF) hat in vielen Bereichen die traditionelle Spanplatte verdrängen können. Sie kann besser lackiert und profiliert werden.
- **HDF-Platte**
  Die so genannte hochdichte Faserplatte (HDF-Platte) weist eine hohe Dichte, besondere Belastbarkeit und Stabilität auf. Sie wird vor allem im Laminatbodenbereich verwendet.
- **Harte Holzfaserplatte**
  Harte Faserplatten (HFH) sind besonders stark verdichtet. Sie werden zumeist bei Rückwänden von Schränken oder Schubkastenböden eingesetzt.
- **Holzfaserdämmplatten**
  Die nur gering verdichteten Holzfaserdämmplatten werden im Bereich des Lärm- und Wärmeschutzes eingesetzt. Sie müssen ebenfalls bauaufsichtlich zugelassen sein und werden herstellerbezogen gekennzeichnet. Zur Anwendung kommen sie in der Verkleidung von Räumen, Dächern und Außenwänden sowie bei Haustüren. Näheres dazu findet sich im Bereich Schreiner > Materialien > Dämmstoffe.

Bild: MDF-Platte



Herstellung

Mitteldichte und hochdichte Holzfaserplatten werden durch Verpressen von verholzten Fasern im so genannten Trockenverfahren hergestellt. Dabei werden typischerweise Klebstoffe aus Harnstoff-Formaldehyd oder Phenol-Formaldehyd zugesetzt.

Bei den im Nassverfahren produzierten harten Holzfaserplatten (HFH) wird die Holzstruktur bis auf einzelne Fasern oder Faserbündel aufgelöst und unter Aktivierung der holzeigenen Inhaltsstoffe und eventueller Beifügung von Kunstharzen wieder verpresst. Dadurch entsteht eine gleichmäßige Dichte, glatte Oberfläche mit Siebstruktur an der Unterseite.

Als Rohstoffe kommen nur einheimische Hölzer in Frage. Alt- und Resthölzer aus der Fertigung spielen im Gegensatz zur Spanplattenherstellung keine Rolle.

Bei der Herstellung kann das benötigte Produktionswasser im Kreislauf gefahren werden. Auch die erforderliche hohe Energie zum Aufschließen und Verpressen der Holzfasern stammt ausschließlich aus Holzresten aus der Fertigung.

Kennwerte

Die Kennwerte differenzieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
3,2 ... 22	700 - 1100	70	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- MDF 20
- MDF 100
- HFH 20
- HFH 100

Die Buchstaben stehen für den jeweiligen Plattentyp, die Zahlen entsprechen der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2.

Entsorgung

Als MDF-Platten haben Faserplatten eine geringere Standfestigkeit als Spanplatten. Reparaturmöglichkeiten sind nur bedingt gegeben. Die Lebensdauer entspricht etwa der von Spanlatten.

Eine stoffliche Verwertung ist nicht möglich. Eine energetische Verwertung kann in Kleinfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW erfolgen. Die Platten entsprechen der Brennstoffgruppe 7 der **1. BImSchV**.

Innovationen

Innovationen und neuartige Plattenwerkstoffe für besondere Einsatzzwecke werden immer wieder auf dem Markt gebracht. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hier genannt:

- Flexibler Holzwerkstoff
- Werkstoff aus Holz und Hanf
- Multifunktionsplatte MFP
- MSB-Werkstoffplatten
- Bambusplatten

Flexibler Holzwerkstoff

BSW in Bad Berleburg hat einen neuen elastischen Holzwerkstoff für den Möbelbau entwickelt. Die neuen "Recoflex"-Platten sind leicht verformbar, sodass man daraus mit geringem Aufwand in kurzer Zeit gewölbte Möbelteile oder gebogene Ausbauten fertigen kann. Ein aufwändiges Schichtverleimen mit Schablonen kann entfallen. Das Material besteht hauptsächlich aus Holz und Korkgranulaten, das mit Elastomeren (ca. 5 %) ergänzt wurde. Es kann mit normalen Holzbearbeitungsmaschinen bearbeitet werden und ist laut BSW auch bei kleinen Radien bruchfest. Auch Furnieren und Lackieren ist ohne Probleme möglich. Die Platten sind formaldehydfrei, ihr Preis ist mit anderen Holzwerkstoffen vergleichbar.

Bild: Flexibler Holzwerkstoff

Holz und Hanf

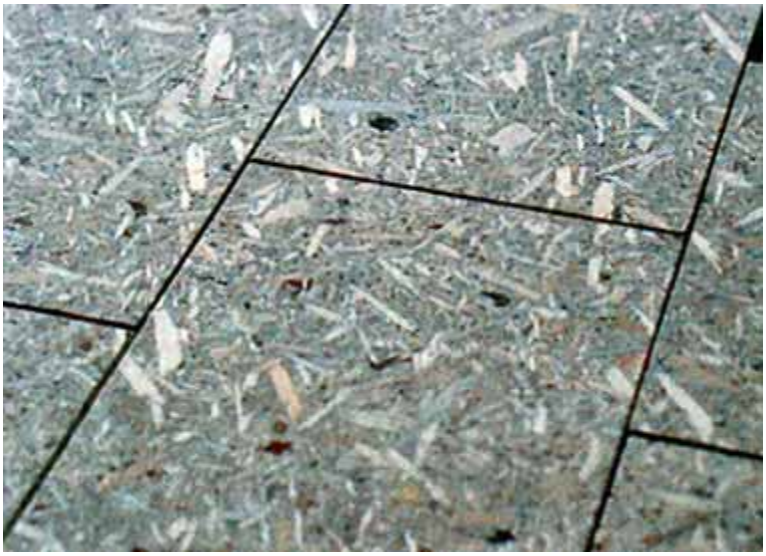
Als Alternative zu Kunststoffplatten wurde von der Firma Tecnaro ein Plattenwerkstoff aus Pflanzenfasern und Lignin entwickelt. Der unter dem Namen "Arboform" geführte Werkstoff kann wie ein Kunststoff eingesetzt werden. Er wurde zunächst für Lautsprecherboxen entwickelt und besteht aus Naturfasern wie Flachs, Hanf oder Sisal, die mit speziellen Ligninarten vermischt und zu Pellets gepresst werden. Das Material kombiniert die positiven Eigenschaften von Holz und Kunststoff. Je nach Mischung können bestimmte Materialeigenschaften gezielt erzeugt werden. Das neue Material besteht aus nachwachsenden Rohstoffen und ist schadstoffarm. Je nach Rezeptur lässt es sich zu 100 % biologisch abbauen. Die Herstellkosten profitieren davon, dass Lignin aus der Papierindustrie verwendet werden kann, welches dort als Abfallprodukt entsteht.

Bild: Arboform

Multifunktionsplatte MFP

Die neue Multifunktionsplatte von Wodego besteht nur aus einer Schicht grober Späne, die mit einem feuchteresistenten Bindemittel zu einer Platte verpresst sind. Der Holzwerkstoff verfügt längs und quer zur Herstellrichtung über eine hohe und gleich bleibende Festigkeit, weshalb er sich in der Bearbeitung ähnlich wie massives Holz verhält. Nägel, Schrauben und Klammern sitzen selbst im Randbereich einwandfrei. Die Biege- und Querzugsfestigkeitswerte übertreffen die Anforderungen der EN 300. Die Platte kann als profilierte Verlegeplatte oder als stumpfe Platte im Fußbodenaufbau, Holzrahmenbau, als Wandverkleidung oder im Ladenausbau eingesetzt werden.

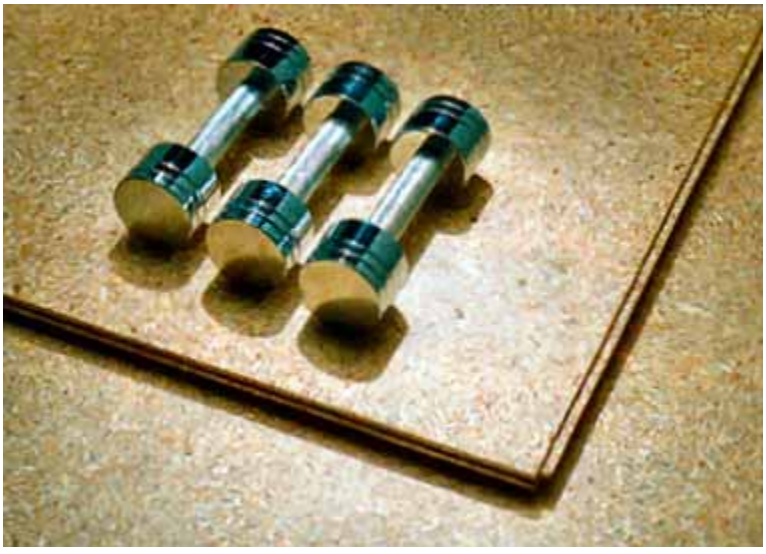
Bild: MFP-Platte



MSB-Platte

MSB-Platten (Medium Strand Board) stellen eine Alternative zu OSB-Platten dar. In Bezug auf Dickenquellung liegt die Platte deutlich unter den vergleichbaren OSB-Werten. In der Biegefestigkeit zeigen beide Produkte vergleichbare Werte. Die feineren Späne erzeugen eine homogene Struktur, wodurch die Platte einfacher zu beschichten ist. Im Erscheinungsbild liegt die Platte zwischen einer Span- und einer OSB-Platte. Sie kann mit einer leimlosen Verbindungstechnik ausgestattet für das Verlegen von Fußboden genutzt werden.

Bild: MSB-Platte



Bambusplatten

Bambus zählt zu den am schnellsten wachsenden Rohstoffen der Welt. Bis zu einem Meter können die Bambuspflanzen innerhalb von 24 Stunden wachsen. Bambus produziert viermal mehr Holz als z.B. Eiche. Bambus erzeugt erheblich mehr Sauerstoff als Bäume, begünstigt somit das natürliche Ökosystem und verhindert auch die durch Rodung entstehende Bodenerosion, weil er sich durch ein dichtes Netzwerk unterirdischer Triebe vermehrt und verbreitet.

Nach dem Entfernen der äußeren Knoten werden die Bambusrohre sortiert, gespalten und danach die inneren Knoten und die Außenhaut entfernt. Die hergestellten Streifen werden in Kammern getrocknet und eventuell carbonisiert. Jetzt werden die Streifen zu ganzen Platten zusammengeleimt und verpresst. Einige Arbeitsgänge werden auch heute noch von Hand ausgeführt. Die richtige Sorte Bambus, Alter und Zeitpunkt des Erntens sowie die Trocknung und Verleimung / Verpressung sind für die Qualität der daraus entstehenden Platten von größter Wichtigkeit.

Als Baustoff braucht Bambus den Vergleich mit Holz nicht zu scheuen. Die Fasern des Bambus sind bis zu 1 cm lang, die im Holz der einheimischer Bäume dagegen nur ca. 2 mm. Bambus besteht aber nur zu einem geringen Teil aus dem Holzstoff Lignin. Der Hauptanteil ist Kieselsäure. Sie gibt dem Halm dauerhafte Festigkeit und Härte. Zudem ist Bambus sehr widerstandsfähig gegen Feuer und Chemikalien.

Die Bambusstreifen können dunkel eingefärbt (carbonisiert) werden, sodass interessante Streifenmuster in die Platte gebracht werden können. Aus Bambus können auch **Parkettelemente** hergestellt werden. Die Oberflächenhärte ist dabei größer als z.B. bei Eiche oder Buche.

Auch als Furnier kann Bambus zum Einsatz kommen. Dabei werden dünne Streifen nebeneinander auf ein dünnes Papier aufgeklebt (kaschiert), welches dann wie ein herkömmliches **Furnier** verarbeitet werden kann.

Bild: Bambusplatte

Klebstoffe

Die Verbindungen zwischen Holzteilen untereinander und anderen Werkstoffen muss den unterschiedlichsten Belastungen standhalten. Daraus ergeben sich je nach Anwendungsfall die konkreten Anforderungen an den Klebstoff in Bezug auf:

- Festigkeit
- Klimabeständigkeit
- Elastizität

Bezogen auf die Klimabelastung werden die Klebstoffe in vier **Beanspruchungsgruppen** unterteilt:

Tabelle: Beanspruchungsgruppen für die Verleimung

Kurzzeichen	Beanspruchung
D 1	**Innenbereich** Die Temperatur ist nur gelegentlich und kurzzeitig mehr als 50 °C und die Holzfeuchte beträgt max. 15 %.
D 2	**Innenbereich** Gelegentlich kurzzeitige Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser und/oder kurzzeitiger hoher Luftfeuchte mit einem Anstieg der Holzfeuchte bis max. 18 %.
D 3	**Innenbereich** Häufige kurzzeitige Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser und langzeitiger Einwirkung hoher Luftfeuchte **Außenbereich** Vor der Witterung geschützt
D 4	**Innenbereich** Häufige starke Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser **Außenbereich** Der Witterung ausgesetzt mit angemessenen Oberflächenschutz

Quelle: EN DIN 204, Ausgabe September 2001

Für Außenbauteile, Fenster und Haustüren müssen Leime eingesetzt werden, welche den Festigkeitsanforderungen des Rosenheimer Fensterinstituts genügen. Zumeist sind dafür Leime der Kategorie D4 erforderlich.

Während früher natürliche organische Klebstoffe wie Glutinleim oder Kaseinleim verwendet wurden, sind heute fast ausschließlich synthetische Klebstoffe im Einsatz.

Grundsätzlich wird empfohlen, sich bei seinem Hersteller genaue technische Informationen und Sicherheitsdatenblätter zu den eingesetzten Klebstofftypen zu besorgen. Nur so kann entschieden werden, ob bestimmte Gefahrstoffe enthalten sind. Aus der Verpackungskennzeichnung geht dies leider nur begrenzt hervor. Insbesondere Mehrkomponentensysteme enthalten besondere Gefahrstoffe, über die der Verarbeiter **unterwiesen** werden muss, um gesundheitliche Risiken zu vermeiden.

Bezüglich der Verleimung kann zwischen zwei **Grundtypen** unterschieden werden:

- Physikalisch abbindende Klebstoffe
- Chemisch aushärtende Klebstoffe

Physikalisch abbindende Klebstoffe

Hierbei handelt es sich um Klebstoffe, die nicht chemisch reagieren, sondern durch physikalische Klebkräfte zwei Teile miteinander verbinden. Physikalisch Verklebungen können durch Wärme, Druck oder Feuchtigkeit wieder rückgängig gemacht werden.

Nasskleben	Nassklebstoffe werden üblicherweise nur auf ein Fügeteil aufgetragen. Die Fügeteile werden sofort geklebt. Eine Haftung tritt erst ein, wenn das Lösungsmittel oder Wasser (als Trägersubstanz) verdunstet ist. Poröse Materialien (z.B. Papier, Pappe, Holz) begünstigen die Trocknung. Beispiele dafür sind z. B. Fugenpapiere bei Furnieren.
Kontaktkleben	Kontaktklebstoffe (z. B. Pattex) werden auf beide Fügeteile aufgetragen. Nach der Ablüftzeit werden die Fügeteile mit einem kurzen, hohen Anpressdruck zusammengefügt. Es tritt eine Soforthaftung ein, die eine schnelle Weiterbearbeitung/Nutzung des Werkstückes erlaubt.
Schmelzkleben	Schmelzklebstoffe sind frei von Lösungsmitteln. Sie kommen überwiegend in Kantenanleimmaschinen zum Einsatz. Es sind keine Dosier- oder Mischvorgänge zu beachten. Der Schmelzklebstoff kann als Pulver, Granulat, Stift, Netz oder Folie durch Temperatureinwirkung in der Klebefuge aufgeschmolzen werden.

Chemisch aushärtende Klebstoffe

Diese Klebstoffe bestehen aus mehreren Komponenten, die chemisch aushärten und vernetzen. Die so verleimten Flächen können nicht mehr durch physikalische Einflüsse voneinander getrennt werden.

Aerobe Klebstoffe	Aerobe Klebstoffe härten an der Luft aus meist durch Ausnutzung der Luftfeuchtigkeit in einer chemischen Reaktion. Diese Klebstoffe bestehen aus Polyurethanen oder Silikonkautschuk. Montagekleber sind typische Aerobe Klebstoffe.
Mehrkomponenten-Klebstoffe	Zwei- oder Mehrkomponentenklebstoffe bestehen aus zwei oder mehreren flüssigen oder pastenförmigen Bestandteilen. Die Komponenten müssen exakt nach dem vorgeschriebenen Verhältnis gemischt werden. Sie härten innerhalb einer von der Temperatur abhängigen Zeit aus. Diese Klebstoffe können nur während einer gewissen Verarbeitungszeit, der **Topfzeit**, verarbeitet werden. Sie müssen bis zum vollständigen Aushärten fixiert bzw. gepresst werden. Mehrkomponentenklebstoffe werden sowohl als Kaltklebstoffe wie auch als Warmklebstoffe angeboten. Für hochfeste Verleimungen im Außenbereich kommen D4-Verleimungen mit Harz und Härter zum Einsatz. Auch Pulverleime für die Furnierverleimung sind Mehrkomponentenklebstoffe, deren Einzelkomponenten durch das Anmischen von Wasser aktiviert werden.
Cyanacrylate	Cyanacrylate sind sehr schnell reagierende Klebstoffe (Sekundenkleber), die unter Luftabschluss mit Hilfe der Feuchtigkeitsspuren härten, die auf den zu verklebenden Flächen vorhanden sind.

Weißleim

Weißleime oder PVAC-Leime bestehen zu einem großen Teil aus Wasser. Der Klebstoff selbst ist ein Feststoff. Er wird von Tensiden (ähnlich wie beim Spülmittel) in einem Knäuel im Wasser in der Schwebe gehalten. Wenn der Klebstoff aufgetragen wird, zieht das Wasser ins Holz. Dadurch brechen die Tensidkäfige auf und die fadenförmigen Klebstoffmoleküle strecken sich aus. Durch das herausziehende Wasser schrumpft die Klebstofffuge insgesamt um die Hälfte. Die Klebstoffketten legen sich dadurch eng aneinander.

PVAC-Leime werden schwerpunktmäßig eingesetzt als:

- **Kaltleim** für die Verklebung von Massivhölzern, Plattenwerkstoffen und Kunststoffflächen
- **Heißleim** für die Beschichtung von Plattenwerkstoffen mit Furnieren.

Normale PVAC-Leime entsprechen der Belastungsgruppe D2. Mit Hilfe von Zusatzstoffen, die erst nach dem Aufbringen aushärten, kann die Kategorie D3 erreicht werden. Für D4-Verleimungen im Fensterbau ist die Zugabe von speziellen Härtern erforderlich, die sich mit dem PVAC vernetzen und chemisch aushärten.

Herstellung

Der Grundstoff von Weißleimen besteht aus Polyvinylacetat (PVAC), welches im Wasser in Form von kleinen Kunststoffkügelchen verteilt ist. Es handelt sich dabei um ein Produkt der petrochemischen Industrie. Die Herstellung bedingt den Umgang mit stark gesundheitsgefährdenden Stoffen und unterliegt deshalb aufwändigen Sicherheitsvorschriften.

Der Festköpergehalt beträgt etwa 50-70 %. In geringem Umfang können organische Lösemittel zugesetzt sein wie z.B. Butylacetat. Für besondere Einsatzzwecke wie Lackleime steigt der Lösungsmittelgehalt bis auf 20 %.

Verarbeitung

Bei der Verarbeitung sind keine besonderen **Gesundheitsprobleme** zu erwarten. Bei der Verarbeitung von Lackleimen mit erhöhtem Lösemittelgehalt können sich zusätzliche Brand- bzw. Gesundheitsgefahren für den Mitarbeiter ergeben. Auch wenn für eine bessere Beständigkeit Härter zugesetzt werden, erhöht sich das gesundheitliche Risiko. Diese Härter können reizende bzw. ätzende Wirkungen auf die Haut haben. Deshalb ist der Verarbeiter im Umgang mit dem Leim entsprechend zu **unterweisen**.

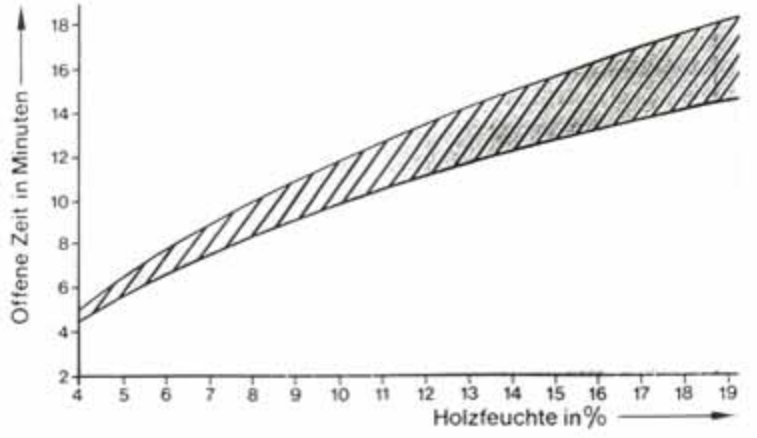
Während der Gebrauchsdauer gehen von PVAC-Leimen keine umweltrelevanten Emissionen aus.

50 % der Fehlverleimungen ergeben sich durch Überschreiten der offenen Zeit, d.h. die Zeitdauer, die dem Verarbeiter zwischen dem Auftrag des Leimes und dem Verpressen der Teile zur Verfügung steht. Derartige Fehlverleimungen sind oft nicht direkt sichtbar, sondern vermindern die Klebkraft über die Nutzungsdauer. Als wesentliche Einflussfaktoren auf die offene Zeit können genannt werden:

- weiches, sehr saugfähiges Holz
- geringe Holzfeuchte
- hohe Holz-, Leim- und Raumtemperatur
- geringe Luftfeuchte
- dünner Leimauftrag
- starke Luftbewegung
- direkte Sonneneinstrahlung

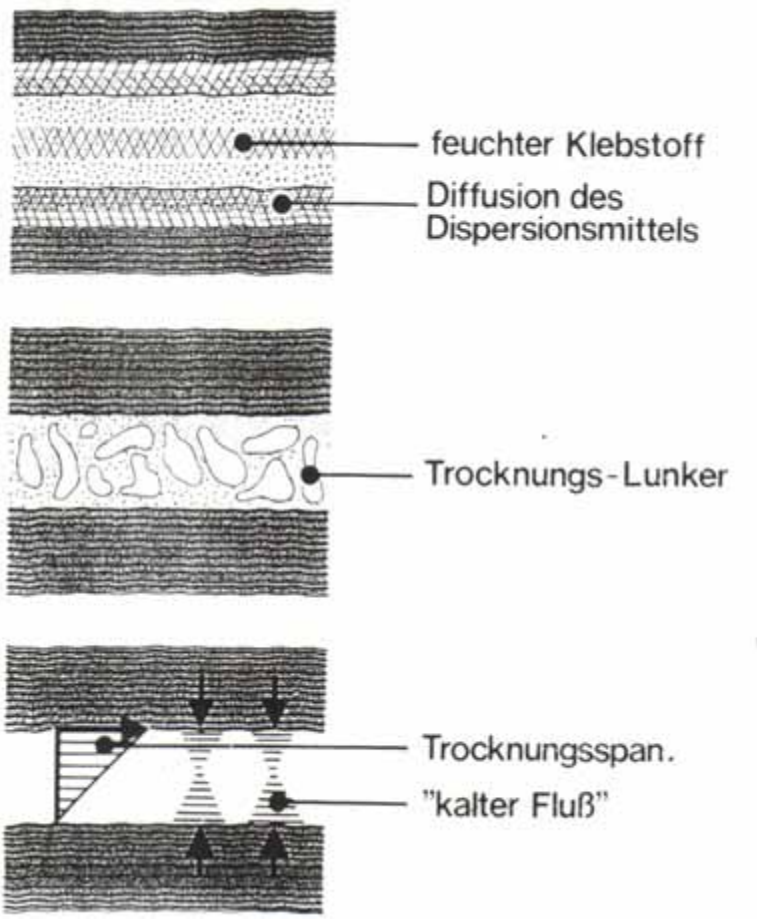
Der **Einfluss der Holzfeuchtigkeit** auf die offene Zeit wird auch durch das folgende Diagramm verdeutlicht:

Diagramm: Einfluss der Holzfeuchte auf die offene Zeit von Weißleimen



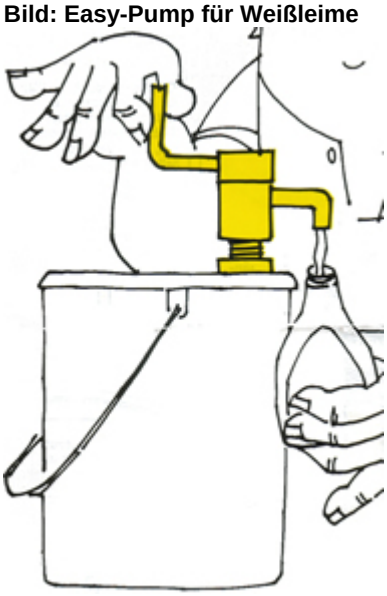
Daneben ist die **Passgenauigkeit** der zu verklebenden Teile wesentlich für die erreichbare Klebkraft und Stabilität der Verbindung. So genannte dicke Leimfugen weisen eine deutlich geringere Festigkeit auf, da Trocknungseinschlüsse und zusätzliche Spannungen die Klebefuge belasten.

Bild: Auswirkungen dicker Klebstofffugen



Weißleime werden in Schreinerbetrieben typischerweise in großen Gebinden verarbeitet. **Das Entleeren dieser Behälter in kleinere Leimflaschen kann durch folgende Konstruktion erleichtert werden:**

Bild: Easy-Pump für Weißleime



Quelle: Lachner Spezialmaschinen Vertrieb/Bad Feilnbach

Anstatt manuell mit der Hand die Pumpe zu betätigen, kann dies auch mit Hilfe eines Sechskants und einem Akkuschrauber erfolgen.

Für die Verleimung im Fensterbereich werden inzwischen auch Produkte mit **bioziden** Zusatzstoffen angeboten. Damit soll der **Fäulnisschutz** verbessert werden. Ein Großteil der Schadensfälle an Fenstern lässt sich auf offene Brüstungsfugen zurückführen. Die dort eindringende Feuchtigkeit kann sich festsetzen und zu Fäulnisschäden führen.

Entsorgung

Restentleerte Gebinde können entsprechend der Verpackungsverordnung dem dualen System zugeführt werden.

Eine Verwertung von nicht ausgehärteten Leimresten ist nicht möglich. Sie müssen als Sonderabfall entsorgt werden. Ausgehärtete Leimreste können dem allgemeinen Gewerbemüll zugeordnet werden.

PVAC-verleimte Hölzer oder Holzwerkstoffe gehören zu der Brennstoffgruppe 7 (**1. BImSchV**). Sie sind damit als Brennstoffe in Holzfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW zugelassen.

Harnstoffharzleim

Harnstoffharz-Leime vernetzen die Ausgangsstoffe Harnstoff und Formaldehyd. Sie werden für die flächige **Beschichtung von Holzwerkstoffen als Heißleim** eingesetzt. Typischerweise werden Harnstoffharz-Leime nur für Anwendungen im Innenbereich verwendet, da sie nicht sehr feuchtebeständig sind.

Für den Einsatz in den Beanspruchungsgruppen D3 oder D4 werden Melaminharze eingesetzt, welche eine wesentlich bessere Beständigkeit aufweisen, aber auch deutlich teurer sind.

Herstellung

Der Grundstoff besteht aus Harnstoff-Harzen, denen bis zu 5 % Formaldehyd eingearbeitet wird. Dies ermöglicht ein chemisches Aushärten, wodurch die Klebstoffe eine erhöhte Festigkeit erlangen. Die Herstellung erfolgt durch stark gesundheitsgefährdende Stoffe und unterliegt deshalb aufwendigen Sicherheitsvorschriften.

Den Klebstoffen werden in Abhängigkeit von der späteren Verleimungstemperatur Reaktionsbeschleuniger zugesetzt, zumeist Ammoniumchlorid oder -sulfat.

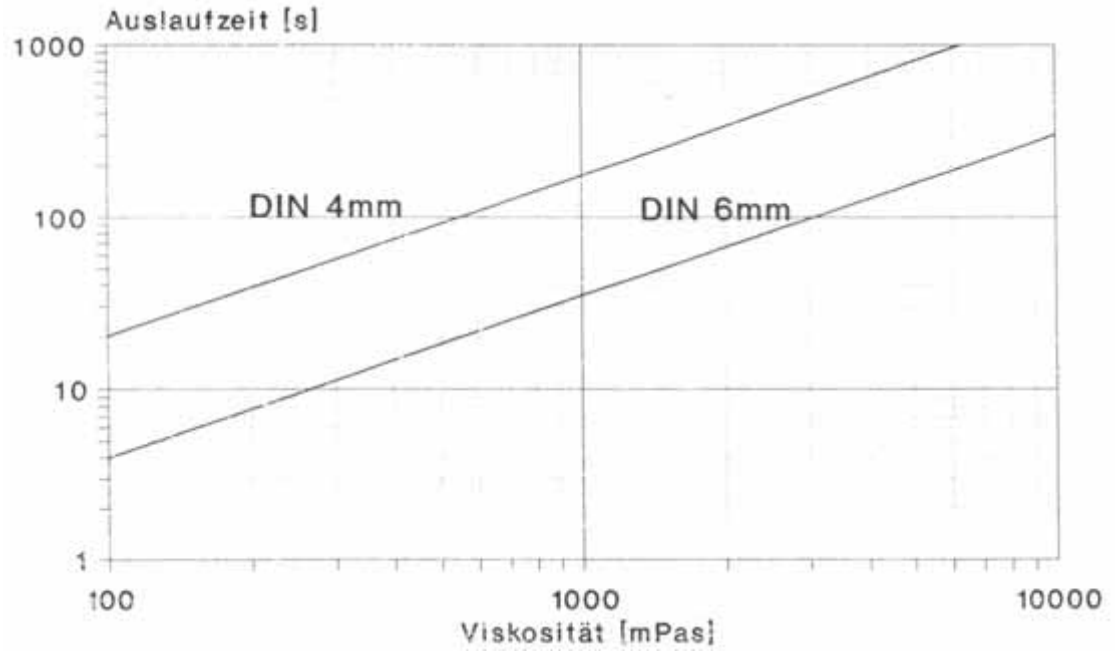
Verarbeitung

Harnstoffharz-Leime werden üblicherweise als Pulver angeliefert, welches vor der Verarbeitung zu einer Leimflotte angesetzt wird. Bei flüssigen Ausgangsprodukten muss der Härter separat zugegeben werden.

Bei der Verarbeitung von Harnstoffharz-Leimen wird ein Teil des eingesetzten Formaldehyds frei, welches reizende Wirkung auf die Haut und die Schleimhäute hat. Es ist zudem giftig und kann sensibilisierend wirken. **Wenn der Leim in Pulverform maschinell angerührt wird, sollte ein Atemschutzgerät getragen werden.** Die Mitarbeiter sind angemessen zu **unterweisen**, wie sie gesundheitliche Risiken vermeiden können.

Für die Verarbeitung muss der angemischte Leim eine bestimmte **Viskosität** entsprechend den Vorgaben des Herstellers aufweisen. Der Zusammenhang zwischen Viskosität und Auslaufzeit kann für die typischen Auslaufbecher (4 oder 6 mm) dem folgenden Diagramm entnommen werden:

Grafik: Viskosität von Leimen



Durch die Verwendung von Harnstoffharz-Leimen wird dem Werkstück Formaldehyd zugeführt, welches über Nutzungszeit kontinuierlich entsprechend den Klimabedingungen ausgasen kann. **Normalerweise werden im Schreinerhandwerk nur formaldehydarme Leime eingesetzt.** Diese Leime haben so genannte "Formaldehydfänger". Sie enthalten weniger als 0,5 % freies Formaldehyd und sind entsprechend weniger reaktiv. Je dünner die verleimten Furniere, desto eher kann das

Formaldehyd in den Raum entweichen. Auch die Holzart des Furniers wirkt mehr oder weniger absperrend. Durch eine Beschichtung mit 2-Komponenten PUR-Lacken kann die Absperrwirkung gegenüber Formaldehyd deutlich verbessert werden. Nähere Informationen zu dem Thema können im Bereich Schreiner > Materialien > Plattenwerkstoffe eingesehen werden.

Nur durch eine **fachgerechte Verarbeitung** kann gewährleistet werden, dass sich die zusätzlichen Belastungen durch Formaldehyd in Grenzen halten und dem Kunden die geforderte E1-Qualität zugesichert werden kann.

Die Lagerung von pulverförmigen Harnstoffharz-Leimen sollte möglichst trocken erfolgen. Feuchte Umgebungsbedingungen schaden der Reaktionsfähigkeit des Leimes erheblich.

Furniertipps für die Verarbeitung (pdf, 46 KB)

Entsorgung

Restentleerte Säcke können der Papierverwertung zugeführt werden.

Eine Verwertung von Leimresten ist nicht möglich. Ausgehärtete Leimreste können dem allgemeinen Gewerbeabfall zugeordnet werden.

Harnstoffharz-verleimte Hölzer oder Holzwerkstoffe werden der Brennstoffgruppe 6 bzw. 7 zugeordnet (**1. BImSchV**). Sie sind damit als Brennstoffe in Holzfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW zugelassen.

Montagekleber

Montageschäume werden als 1 oder 2-Komponenten-Systeme eingesetzt. Während erstere mit Hilfe der Luftfeuchtigkeit aushärten, benötigen letztere dafür einen zusätzlichen Härter. Montageschäume kombinieren vielfach Dicht- und Klebewirkungen und haben ihren vorrangigen Einsatz bei der Montage von Türen und Fenstern.

Mit 1- wie auch mit 2-Komponenten-Systemen kann die Leimqualität D4 erreicht werden.

Herstellung

Der Grundstoff von PUR-Klebstoffen besteht aus Isocyanaten (MDI). Die Herstellung bedingt den Umgang mit sehr stark gesundheitsgefährdenden Stoffen. Isocyanat wird aus dem sehr giftigen Gas Phosgen gewonnen und unterliegt deshalb bei der Herstellung aufwändigen Sicherheitsvorschriften.

Die Härterkomponente besteht aus Polyolen. Sie wird entweder getrennt dem Harz zugegeben oder ist bei Einkomponenten-Systemen in das Harz eingebunden.

Verarbeitung

Bei der Verarbeitung können **Reizungen und Sensibilisierungen der Haut** auftreten. Der MAK-Wert liegt für MDI sehr niedrig, da der Stoff ein hohes Reaktionspotenzial gegenüber bestimmten Wasserstoffverbindungen, wie z.B. Proteinen aufweist. Für die Verarbeitung sollten die **Hände und die Haut besonders geschützt** werden. Die Mitarbeiter sind ausreichend im Umgang mit dem Klebstoffen und Schäumen zu **unterweisen**, um die gesundheitlichen Risiken so gering wie möglich zu halten.

Die als Montageklebstoffe eingesetzten PUR-Kleber unterscheiden sich nicht wesentlich in ihrer Zusammensetzung von Montageschäumen. Die Schäume werden unter Druck aus den Kartuschen ausgetrieben und dichten die Fuge nach allen Richtungen aus.

1-Kompoennten-Systeme werden typischerweise zur Abdichtung und Verklebung von Fenstern und Haustüren verwendet. 2-Komponenten-Systeme werden vorrangig in der Montage von Innentüren eingesetzt. Nach heutigem Kenntnisstand geben ausgehärtete Montageschäume keine gesundheitsrelevanten Emissionen ab.

Die aktuelle Norm **18355 ATV-Tischlerleistungen** gibt in ihren Ausführungen vor, dass die **Abdichtung der Fenster gegenüber dem Baukörper nicht mehr mit Montageschäumen** erfolgen darf, sondern dafür Mineralwolldämmstoffe zu verwenden sind.

Entsorgung

Die Lebensdauer ist je nach Belastung begrenzt. Die Klebstoffe neigen zur Versprödung. Eine Verwertung von Leimresten ist nicht möglich. Ausgehärtete Leimreste können dem allgemeinen Gewerbeabfall zugeordnet werden.

Restgebinde müssen als Sonderabfall "Metallbehältnisse mit schädlichen Inhalten" entsorgt werden. Für die Verwertung der Montageschaum-Dosen gibt es inzwischen **bundesweit eine gute Rücknahmemöglichkeit**. Die Dosen werden in einer besonderen Anlage aufbereitet und weitestgehend einer stofflichen Verwertung zugeführt. Nähere Informationen können auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Wertstoffe > Metallverpackungen nachgelesen werden.

Schmelzkleber

Schmelzkleber dienen der Verklebung von Kanten an flächigen Werkstücken. Dabei können Kanten aus Massivholz oder Kunststoff zum Einsatz kommen. In der Praxis haben sich zwei unterschiedliche Typen von Schmelzkleber etabliert:

PUR-Schmelzklebstoffe

EVA-Schmelzklebstoffe

Die Kantenqualität wird vor allem durch eine saubere Fuge beeinflusst. Idealerweise werden diese heute unmittelbar **vor dem Kantenanleimen mit einem Diamantfräser plangefräst**.

EVA-Schmelzklebstoffe

Im Schreinerhandwerk sind überwiegend Schmelzklebstoffe auf EVA-Basis im Einsatz. Sie sind einfacher zu verarbeiten und erfordern eine weniger aufwändige Maschinentechnik. Schmelzkleber wird für Kantenanleimmaschinen als Granulat angeliefert, für Kleinanwendungen gibt es ihn auch in Form von Patronen.

EVA-Schmelzklebstoffe basieren auf den Grundstoffen Ethylen-Vinylacetat (EVA) oder Polyamid. Zur Verbesserung der Wärmebeständigkeit können Isocyanate beigemischt werden.

Vorteile:

- Geringe Anteile von Lösemitteln in Form von Essigsäure
- Geeignet für eine große Bandbreite von Vorschubgeschwindigkeit bis 100 m/min
- Der Kleber kann eingefärbt werden
- Die Handhabung ist einfacher gegenüber PUR-Schmelzklebern

Nachteile:

- Die offene Zeit ist sehr gering.
- Die Verklebungen sind nur feuchtfest und nicht wasserbeständig.
- Ungeeignet für extreme Temperaturbedingungen, Erweichungsbereich ab ca. 60 °C, Kältebruchbeständigkeit bis -5 °C.

Die Verarbeitungstemperatur muss genau eingehalten werden, um eine ausreichende Festigkeit zu erhalten.

Für die Verarbeitung von EVA-Schmelzklebern gibt es zwei Arten:

- **Füllstoffhaltige EVA-Schmelzkleber**
- **Füllstofffreie EVA-Schmelzkleber**

Durch die höhere Füllkraft der füllstoffhaltigen EVA-Schmelzkleber ist dieser besonders bei Massivholzkanten geeignet, wo eine plane Klebefläche nicht immer zu gewährleisten ist. Wenn die Kante nicht mit einem Fräsaggregat vorgefräst werden kann, ermöglichen füllstoffhaltige Schmelzkleber einen besseren Fugenausgleich. Durch den Einsatz von Vorritzaggregaten beim Formatieren der Werkstücke sind leichte Fugenränder nicht auszuschließen.

Füllstofffreie Schmelzkleber bilden dünnere Fugen aus. Sie werden dadurch optisch nicht so wahrgenommen. Für den Einsatz in der Kantenanleimmaschine bedarf es dazu keiner zusätzlichen Einrichtungen. Es bedarf aber besonders sauberer Klebefugen, denn der Klebstoff kann Schwankungen der Fugenbreite nicht überbrücken. Die Festigkeits- und Wärmewiderstandswerte entsprechen denen von füllstoffhaltigen EVA-Schmelzklebern.

EVA-Schmelzkleber weisen insgesamt eine **schlechtere Lebensdauer und Beständigkeit auf als PUR-Schmelzklebstoffe**.

PUR-Schmelzklebstoffe

PUR-Schmelzklebstoffe werden als 1-Komponenten-Systeme verarbeitet. Der Grundstoff von PUR-Schmelzklebern besteht wie bei Montageklebern aus Isocyanaten (MDI) und Polyolen. Sie werden typischerweise als Granulat angeliefert. Patronenlösungen haben sich in der Praxis nicht bewährt.

Der Schmelzpunkt von PUR-Schmelzklebstoffen liegt bei 69-90 °C. Sie haben eine offene Zeit von zwei Minuten und härten durch die Luftfeuchtigkeit aus. Der physikalische Abbindevorgang dauert während der Abkühlphase nur wenige Sekunden. Die Aushärtungszeit bis zur Endfestigkeit zwischen zwei und fünf Tagen.

Vorteile:

- Gute Lösemittelbeständigkeit
- Wasser- und dampfbeständig
- Hitze- und kältebeständig
- Farblos
- Bildet nur eine sehr dünne Fuge aus

Nachteile:

- Es sind spezielle Vorschmelzaggregate notwendig.
- Beim Kleberauftrag mit der Walze ist ein spezielles Walzensystem zu verwenden.
- Nach der Verarbeitung muss eine sehr gründliche Reinigung des Kleberauftragsystems erfolgen.

Da PUR-Schmelzklebstoffe von sich aus mit der Luftfeuchtigkeit reagieren, müssen sie **luftdicht abgefüllt und gelagert werden**. Die Abdichtung erfolgt mit Hilfe eines Wachses, um den Luftaustausch zu unterbinden. An- bzw. ausgehärteter Klebstoff kann nicht mehr verwendet werden.

Die vorgeschriebene Verarbeitungstemperatur muss sorgfältig überwacht werden, um eine ausreichende Fugenqualität zu erzielen.

PUR-Schmelzklebstoffe kommen vor allen dort zum Einsatz, wo die Kanten einer besonderen mechanischen oder klimatischen Belastung ausgesetzt sind. Gegenüber EVA-Schmelzklebern weisen sie eine höhere Beständigkeit und Lebensdauer auf.

Nach aktuellem Kenntnisstand gehen von PUR-Schmelzklebstoffe im ausgehärteten Zustand keine gesundheitsgefährdenden Emissionen aus.

Oberflächenmaterialien

Oberflächenmaterialien dienen dazu, Holzoberflächen zu veredeln. Sie müssen ein breites Spektrum von **Funktionen** erfüllen:

- **Farbgebung**
- **Glanzgrad**
- Verbesserung der **Widerstandsfähigkeit** gegen mechanische Belastungen und chemische Beanspruchungen
- Erhalten der **Atmungsaktivität** des Holzes
- Beeinflussen des **Tastgefühls** der Oberfläche (Haptik)
- Schutz vor **Feuchtebelastungen**
- **UV-Beständigkeit**

Diese unterschiedlichen Anforderungen lassen sich unmöglich alle erfüllen. Je nach Einsatzgebiet gilt es, eine für den Kunden optimale Kompromisslösung zu finden.

Jede Beschichtung der Holzoberfläche - egal ob Lack oder Lasur - verringert die Atmungsaktivität des Holzes deutlich. Daher sollte in einem entsprechenden Wohnumfeld nur Bienenwachsbalsam verwendet werden. Alle anderen Stoffe mindern die Wasserdampfdurchlässigkeit um wenigstens 80 %!

Zusammensetzung

Die wesentlichen **Bestandteile** von Oberflächenmaterialien für die Holzoberflächen lassen sich wie folgt beschreiben:

Bindemittel	Bindemittel sind die Basis eines jeden Lacks. Sie sind verantwortlich für Glanz, Härte und Strapazierfähigkeit. Aus ihren Komponenten entsteht nach der Trocknung und Härtung der fertige Lackfilm. Bindemittel bestehen zumeist aus Kunstharzen mit einem hohen Anteil natürlicher Stoffe. Sie umhüllen die Pigmente und verbinden sie mit dem Untergrund.
Lösemittel	Lösemittel machen den Lack erst verarbeitungsfähig. Sie können organischer Natur sein oder aus Wasser bestehen. Sie haben mengenmäßig häufig den größten Anteil am Lack.
Pigmente	Die Pigmente sind im Bindemittel fein verteilt und geben dem Lack die Farbe. Mit organischen Pigmenten wird eine Vielzahl brillanter Farbtöne erzielt. Anorganische Pigmenten sind demgegenüber weniger brillant, weisen aber eine hohe Licht- und Wetterbeständigkeit auf.
Additive	Zu den Additiven zählen zahlreiche Hilfs- und Zusatzstoffe, die den Lacken bestimmte Produkteigenschaften geben. Netzmittel z. B. verhindern das Eindicken und die Flockenbildung. Topfkonservierer unterbinden das Schimmeln und Faulen, UV-Absorber hemmen das Vergilben und Verspröden durch die Sonneneinstrahlung.

Während die Lösemittel bei der Verarbeitung verdunsten, bilden die anderen Stoffe die eigentliche Deckschicht auf der Holzoberfläche. Dieser **Feststoffgehalt** variiert je nach Oberflächenmaterial:

Typ	Lösemittelart	Feststoffgehalt in %
Beize	organisch oder Wasser	5 - 20 %
Nitrolacke	organisch	10 - 25 %
PUR-Lacke	organisch oder Wasser	25 - 30 %
Acrylatlacke	organisch oder Wasser	15 - 30 %
Öle/Wachse	organisch oder Wasser	30 - 90 %

Im industriellen Maßstab können viele Lacktypen auch als UV-Lack maschinell aufgetragen werden. Dadurch kann der Feststoffgehalt bei entsprechender Reduzierung der Lösemittel auf rund 90 % erhöht werden.

Die Hersteller von Holzlacken haben sich bundesweit verpflichtet, ausschließlich zertifizierte Lösemittel mit kontrollierter Reinheit zu verwenden. Zudem **werden keine formaldehydhaltigen Stoffe in den Holzlacken mehr verwendet**.

Als Orientierung für Beurteilung von Oberflächenmaterialien kann auch das Umweltzeichen RAL-UZ 12a "Schadstoffarme Lacke" herangezogen werden. Die Vergabe des Zeichens ist an folgende Auflagen gebunden:

- Kein Einsatz von sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden und als fortpflanzungsgefährdend eingestuften Stoffen
- Keine bioziden Inhaltsstoffe
- Gesundheitsschädliche oder ätzende Stoffe dürfen maximal einen Anteil von 40 % am Gesamtgemisch aufweisen
- Reizende Stoffe nur in einer solchen Menge, dass keine Kennzeichnungspflicht nach der **Gefahrstoffverordnung** erforderlich ist
- Maximaler Gehalt von freiem Formaldehyd 10 mg/kg
- Keine Pigmente oder Trockenstoffe auf der Basis von Blei, Cadmium oder Chrom IV
- Maximaler Gehalt von organischen Lösemitteln je nach Produktgruppe zwischen 2 und 15 %

Der Blaue Engel kommt am ehesten im Schreinerhandwerk für 1-Komponenten Wasserlacke oder wasserbasierende Lasuren zum Einsatz. Herkömmliche lösemittelhaltige Lacksysteme, Öle oder Wachse können in der Regel nicht damit ausgezeichnet werden.

Verarbeitungsmenge

In Deutschland wurden im Jahr **2004** etwa**64 000 Tonnen Oberflächenmaterialien** im Holzbereich verarbeitet. Diese Gesamtmenge gliedert sich dabei in folgende Bereiche:

Tabelle: Verbrauchsmenge an Oberflächenmaterialien in Deutschland 2004

Typ	Verbrauchsmenge in Tonnen	Anteil an der Gesamtmenge in %
Lösemittellacke	34 560	54
Wasserlacke	20 480	32
UV-Lacke	7 040	11
High-Solids	1 920	3
Öle/Wachse	720	1

Quelle: Umfrage TZH 2004

Lösemittelhaltige Systeme haben demnach immer noch die herausragende Bedeutung. Im Zuge der geplanten Umsetzung der **Farben- und Lackverordnung** werden wasserbasierte Systeme aber weiter an Bedeutung gewinnen. Von der Verordnung sind alle Oberflächenmaterialien betroffen, die für die Beschichtung von Holzprodukten eingesetzt werden. Ausgenommen sind lediglich Anwendungen für die Beschichtung von Möbeln.

- Ab dem Jahr 2007 dürfen dann nur noch Oberflächenmaterialien auf den Markt gebracht werden, deren **Lösemittelgehalt maximal 15 %** beträgt.
- In der zweiten Stufe ab dem Jahr 2010 wird dieser Wert noch auf **13 % gesenkt**.

Ausgenommen davon sind neben den Möbellacken auch Anwendungen im Restaurationsbereich. Der Lösemittelanteil wird dabei als **VOC-Gehalt** gemessen. Dieser wird folgendermaßen ermittelt:

$$VOC(g/kg) = \frac{Masseflüchtiger\ Anteile\ (g) - Masse\ Wasser\ (g)}{Masse\ Lack\ (kg)}$$

Die Hersteller sind verpflichtet ihre Produkte zukünftig mit dem jeweiligen VOC-Gehalt eindeutig zu kennzeichnen.

Qualitätsanforderungen

Zur Beschreibung der Qualitätsanforderungen an lackierte Oberflächen gelten verschiedene Normen. Sie beschreiben die Abriebfestigkeit, die Beständigkeit gegen Feuchte und das Verhalten gegen chemische Beanspruchung. Folgende **Beanspruchungsgruppen** wurden festgelegt:

Bild: Beanspruchungsgruppen für lackierte Oberflächen

Prüfmittel	Beanspruchungsgruppen							
	1 A		1 B		1 C		1 D	
	Ewd.[1]	Erg.[2]	Ewd.[1]	Erg.[2]	Ewd.[1]	Erg.[2]	Ewd.[1]	Erg.[2]
Essigsäure	16 h	0	60 min.	0				
Zitronensäure	16 h	0	60 min.	0				
Ethylalkohol	16 h	0	60 min.	0				
Wein	16 h	0	5 h	0	10 min.	0	2 min.	0
Kaffee, Tee	16 h	0	5 h	0	10 min.	0	2 min.	0
Bier	16 h	0	5 h	0	10 min.	0	2 min.	0
Wasser	16 h	0	16 h	0	10 min.	0	2 min.	0
Aceton	16 h	0	3 s	3				
Olivenöl	16 h	0	16 h	0				
Reinigungsmittel	16 h	0	60 min.	0				
Reinigungslösung	16 h	0	60 min.	0	2 min.	0	2 min.	0

1) Einwirkungsdauer; 2) Ergebnis
Quelle: DIN 68861-1, April 2001

Für die Prüfung wird die beanspruchte Fläche entsprechend der aufgeführten Einwirkungsdauer mit der nichtbeanspruchten Fläche verglichen und wie folgt **bewertet**:

0	keine sichtbare Veränderung
1	Eben erkennbare Änderung in Glanz oder Farbe
2	Leichte Veränderung in Glanz oder Farbe; die Struktur der Prüffläche ist nicht verändert
3	Starke Markierungen sichtbar; die Struktur der Prüffläche ist jedoch weitgehend unbeschädigt
4	Starke Markierungen sichtbar; die Struktur der Prüffläche ist verändert
5	Prüffläche stark verändert bzw. zerstört

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die **Beständigkeit verschiedener Lacktypen**:

Tabelle: Übersicht der Beständigkeiten unterschiedlicher Lacktypen

Beständigkeit bei Einwirkzeit/Materialeigenschaften	NC-Lack	Wasserlack unvernetzt	SH-Einkomponenten Schichtlack	Wasserlack selbstvernetzend	DD-Zweikomponenten-Lack	Zweikomponenten-Wasserlack
Wasser, 16 Std.	3	3	0	0	0	0
Alkohol 50 %, 1 Std.	3	3	1	0	0	0
PVC-Weichmacher, 16 Std.	5	5	0	0	0	0
Fette, Öle, 16 Std.	2 bis 3	2 bis 3	0	0	0	0
Aceton, 10 Sek.	5	5	3	2 bis 3	1	1
Kaffee, Tee, 16 Std.	3	3	0	0	0	0
Abrieb	5	3	3 bis4	2	1 bis 2	1
Kratzfestigkeit	3	4 bis 5	2	2	1 bis 2	1
Elastizität	3	3	4	2	2	1
Haftung	3	3	2	2	1 bis 2	1
Anfeuerung	2	4	2	3	1	1 bis 2
Brandverhalten nach DIN 4102, Klasse	B3	B2	B3	B2	B2 bis B1	B2

Quelle: Wasserlack-Broschüre, Landesfachverband Schreinerhandwerk, 2003, S. 40

Die 2-Kompontensysteme entsprechen sich also in ihrer chemischen Beständigkeit unabhängig von der Lösemittelart. Der 1-Komponenten Wasserlack mit Selbstvernetzung ist dem einfachen Nitrolack deutlich überlegen.

Die **konkreten Qualitätsangaben** der Lacke ergeben sich aus den **technischen Merkblättern**.

Entsorgung

Oberflächenmaterialien enthalten viele reaktionsfähige Inhaltsstoffe. Deshalb müssen alle Reste an Oberflächenmaterialien, die nicht ausgetrocknet sind, als **Sonderabfall** entsorgt werden. Nähere Informationen dazu können im Bereich Schreiner > Entsorgung > Oberflächenmaterialien nachgelesen werden. Ausgehärtete Lackreste können normalerweise dem allgemeinen Hausmüll zugeordnet werden.

Die **leeren Lackgebinde** können über den Schrotthandel wiederverwertet werden. Nähere Informationen zur Rücknahme von Verpackungen gibt es auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Wertstoffe > Metallverpackungen.

Reste von lackierten Holzoberflächen entsprechen der Brennstoffgruppe 7 der **1. BImSchV**. Sie können demnach in Holzfeuerungsanlagen mit mindestens 50 kW **Nennwärmeleistung** thermisch verwertet werden.

Gesundheitliche Risiken

Die wesentlichen gesundheitlichen Risiken gehen bei allen Oberflächenmaterialien von den enthaltenen organischen Lösemitteln aus. Sie sind brennbar, belasten die Gesundheit und tragen zum Sommersmog bei. Insbesondere **aromatische Lösemittel** wie Toluol oder Xylol gelten als besonders problematisch. In den letzten Jahren sind deshalb zunehmend aromatenarme Lacke auf dem Markt gekommen.

Welche gefährlichen Inhaltsstoffe in dem verarbeiteten Lack enthalten sind, ergibt sich aus den **Sicherheitsdatenblättern** der Hersteller. **Diese sollten für alle verarbeiteten Oberflächenmaterialien angefordert und bei Rückfragen durch den Kunden verfügbar sein.**

Nähere Informationen zum Thema Sicherheitsdatenblätter können auf der Seite Schreiner > Materialien > Materialeinkauf > Materialbeurteilung abgerufen werden.

Aber auch in der Nutzungsphase können Lösemittel noch verdunsten und beim Kunden das Wohnumfeld belasten. Dies kann nur durch eine kompetente Verarbeitung weitestgehend vermieden werden. Näheres zum Problembereich Lösemittel und Wohngesundheit findet sich auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Lösemittel.

Für die Beurteilung der Gefährdungen für die Arbeit im Oberflächenbereich können folgende Grundrisiken genannt werden:

Tabelle: Gefahrstoffe und Risiken im Oberflächenbereich

Gefahrstoffe	Risiko (Haut)	Risiko (Atemwege)	Risiko (Nervensystem)
Isocyanate	gering (III)	hoch (I)	-
Formaldehyd	erheblich (II)	gering (III)	-
Lösemittelgemische	erheblich (II)	erheblich (II)	gering (III)

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien, Ausgabe 4/2001

Die **Risiken sind in die Gefährdungsstufen** I, II und III eingeteilt. Es bedeuten im Einzelnen:

I (hoch)
Sehr häufig leichtere Unfälle/Gesundheitsschäden oder relativ oft schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.

II (erheblich)
Häufig leichtere Unfälle/Gesundheitsschäden oder relativ selten schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.

III (gering)
Selten leichte Unfälle/Gesundheitsschäden oder nur in extremen Ausnahmefällen schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.

Eine **Zusammenstellung von Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Oberflächenbereich** kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Oberflächenbereich

Gefahrstoff	Gesundheitsgefahren	Erkrankungen der	Schutzmaßnahmen
NC-Lacke	Lösemitteldämpfe, **Lackaerosole** Hautentfettung	Atemwege Haut Nerven	- Absaugung - Hautschutz - Augenschutz (beim Umfüllen)
PUR-Lacke	Sensibilisierende Wirkung der Isocyanate (Härter) Stark reizende Wirkung auf Haut und Schleimhäute der Augen und Atemwege	Atemweg Haut	- Absaugung - Atemschutz - Hautschutz - Augenschutz (beim Umfüllen)
Wasserlacke	Einatmen von Lacknebeln Allergisierende Wirkung bei Hautkontakt mit dem Lack	Atemweg Haut	- Absaugung - Hautschutz
Lösemittel-haltige Beizen	Einatmen von Lösemitteldämpfen Entfettende Wirkung auf die Haut Einatmen von Farbstoffstäuben beim Zwischenschliff	Atemwege Haut Nerven	- Atemschutz - Augenschutz (beim Umfüllen)
Wasserbeizen	Einatmen von Farbstoffstäuben beim Anrühren und Zwischenschliff	Atemwege Haut	- Absaugung - Hautschutz
Naturfarben, Öle, Wachse	Einatmen von Dämpfen Allergisierende Wirkung bei direktem Hautkontakt	Atemwege Haut	- Absaugung - Hautschutz
CKW-haltige Abbeizer	Reizende Wirkung der Lösemittel auf Haut und Schleimhäute und Atemwege Es besteht Krebsverdacht	Atemwege Haut Nerven	- Absaugung - Atemschutz - Hautschutz
CKW-freie Abbeizer	Reizende Wirkung der Lösemittel auf Haut und Schleimhäute der Augen und Atemwege	Atemwege Haut Nerven	- Absaugung - Atemschutz - Hautschutz
Lackstaub	Einatmen von Farbstoffstäuben Sensibilisierende Wirkung bei Hautkontakt	Atemweg Haut	- Absaugung - Hautschutz
Biozidhaltige Holzlasuren - wasserlöslich	Sensibilisierende Wirkung bei Hautkontakt	Atemweg	- Absaugung - Hautschutz
Biozidhaltige Holzlasuren - lösemittelhaltig	Einatmen von Lösemitteldämpfen Entfettende Wirkung auf die Haut Sensibilisierende Wirkung bei Hautkontakt	Atemwege Haut Nerven	- Absaugung - Hautschutz

Quelle: Holz-BG, BGI 725, Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien, Ausgabe 4/2001

Atemschutz

Die Auslegung der Absaugung muss gewährleisten, dass die Lösemittel und Lackpartikel aus dem Arbeitsbereich des Verarbeiters sicher entfernt werden. Die maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) der Gefahrstoffe dürfen nicht überschritten werden. Hinweise zur Auslegung der

Absaugung finden sich auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Oberflächenbereich > Konzeptionen.

Für viele Anwendungen ist ein zusätzlicher Atemschutz erforderlich, insbesondere **wenn keine ausreichende technische Erfassung der Lösemittel und Stäube möglich ist**.

Dem Verarbeiter sollte für einen ausreichenden Atemschutz eine **Halbmaske mit Gasfilter der Klasse A2 (braun) mit zusätzlichem Partikelfilter P2** zur Verfügung stehen.

Die Halbmasken sind bei längerem Einsatz relativ anstrengend zu tragen. Für die regelmäßige Nutzung empfiehlt es sich, eine **offene Maske mit Eigengebläse** zu verwenden. Dabei wird der Verarbeiter im Atembereich mit gereinigter Luft versorgt. Durch den Überdruck unterhalb der Maske werden mögliche Schadstoffe nach außen verdrängt.

Bild: Atemschutzmaske mit Eigengebläse

Hautschutz

Viele Lösemittelmittel und Lackbestandteile können die Haut belasten. Um das Entfetten durch Lösemittel oder das Eindringen von Lackpartikeln zu verringern ist es empfehlenswert, **die Haut durch geeignete Hautpflege zu schützen**. Die Holz-Berufsgenossenschaft hat verschiedenste Produkte am Markt getestet und daraus einen Hautpflegeplan abgeleitet, der spezifische Empfehlungen für eine schützende Hautpflege macht.

Hautpflegeplan (pdf, 78 KB)

Beim **Umfüllen oder Hantieren mit Lacken** oder lösemittelhaltigen Oberflächenmaterialien sollten die Hände zusätzlich durch **geeignete Handschuhe** geschützt werden. Dafür kommen Handschuhe aus folgenden Materialien in Betracht:

- Butylkautschuk
- Fluorkautschuk
- Nitril

Sie bieten kurzzeitig einen ausreichenden Schutz gegen die Belastung durch Lösemittel. Es gibt aber kein Hautschutzmaterial, das gegen alle Lösemittel beständig ist.

Bild: Schutzhandschuhe zum Schutz beim Umfüllen von Lacken

Quelle: Holz-BG, Unternehmerschulung Arbeitssicherheit nach BGV A2, Teil 2, Ausgabe 05/2004

Um **die Mitarbeiter ausreichend über die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu informieren** sollten diesen geeignete **Betriebsanweisungen** zur Verfügung gestellt werden.

Beispiel für eine Betriebsanweisung (doc, 37 KB)

Nitrolacke

Nitrolacke, die nach ihrem Bindemittel eigentlich Nitrozelluloselacke heißen, gelten als klassische Lacke für Holzoberflächen. Sie kommen nur im **Innenausbau** zum Einsatz. Nitrolacke werden überwiegend für farblose Flächen verwendet. Ihre **Beständigkeit gegen Chemikalien und Licht ist eingeschränkt.** Für helle pastellfarbene Holztöne sind sie weniger geeignet. Durch den Zusatz von Co-Polymerisaten wird die Beständigkeit verbessert. Nitrolacke können normalerweise die Beanspruchungsgruppe 1C nach DIN 68800-1 erfüllen.

Herstellung

Der Filmbildner von NC-Lacken besteht aus Cellulosenitrat (ca. 10 %) im Gemisch mit Alkydharzen. Zur Erhöhung der Lackfestigkeit werden heute vielfach härtende Harze aus Isocyanaten beigefügt (Siegellacke). Die Lackbestandteile sind in so genannter Nitroverdünnung gelöst, die einen Anteil von 75 - 80 % hat. Sie besteht aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen, die zumeist **aromatische** Bestandteile enthalten.

Der Lackfilm bildet sich durch Verdunsten des Lösemittels. Zur Verbesserung der Beständigkeit und der Verarbeitungseigenschaften werden eine Vielzahl von Zuschlagstoffen wie Weichmacher für die Harze, Trockenhilfsstoffe, Konservierungsmittel und Füllstoffe eingesetzt.

Verarbeitung

Nitrolacke sind als 1-Komponenten-Systeme **sehr einfach zu verarbeiten**. Sie sind im Hinblick auf die klimatischen Randbedingungen beim Spritzauftrag nicht so anspruchsvoll und trocknen recht schnell.

Bei MDF-Platten in Feuchträumen sowie bei harzreichen und stark inhaltsstoffhaltigen Hölzern (z. B. einige Kiefer-, Teak- oder Wenge-Arten) sollte vor dem Lackauftrag ein **Isolierer** verwendet werden.

Die **Kombination von Nitrolacken mit Farbbeizen** ist auf mittlere bis dunkle Töne beschränkt. Weiß- und Pastellfarben sollten nicht mit Nitrolacken verarbeitet werden.

Bei **hoher Luftfeuchtigkeit** können die Flächen beim Lackauftrag vergrauen. Dabei werden Wasseranteile im Lack eingeschlossen und können durch den Nitrolack nicht nach außen abdunsten. Notfalls können zusätzliche Verzögerer das Abbindeverhalten verlangsamen und ein ausreichendes Ausdunsten des Wassers sicherstellen.

Gesundheitliche Risiken

Der **hohe Anteil von Lösemitteln** führt zu Reizung der Schleimhäute und der Augen. Außerdem haben die Lösemittel eine narkotische Wirkung. Bei längerfristiger Belastung können Schäden am Nervensystem, den Nieren und der Leber auftreten.

Deshalb sollten bei der Verarbeitung von Nitrolacken die Mitarbeiter ausführlich in die Gefahren **unterwiesen** werden. **Der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung in Form von Atemmasken und Hautschutz ist sehr wichtig.**

Inzwischen werden **aromatenfreie Nitrolacke** angeboten. Aromatische Kohlenwasserstoffe werden durch weniger gefährliche Lösemittel ersetzt und die gesundheitliche Gefährdung des Mitarbeiters vermindert sich.

Die Lösemittel in Nitrolacken sind sehr leicht flüchtig, sodass ein Abtrocknen vergleichsweise schnell stattfindet. Daher ist nicht zu erwarten, dass **aus dem ausgehärteten Lack im Einbauzustand noch relevante Lösemittelausgasungen erfolgen.**

Tipps zur Umstellung

Nitrolacke belasten mit ihrem hohen Lösemittelanteil die Umwelt wie auch die Gesundheit der Mitarbeiter erheblich. Sie können in vielen Fällen durch alternative Oberflächensysteme - Wasserlacke, Öle - ersetzt werden.

Nitrolacke gewährleisten normalerweise die **Belastungsgruppe 1C** entsprechend den Anforderungen der DIN 68861-1. Näheres dazu kann im Eingangskapitel der Oberflächenmaterialien nachgelesen werden. **Wasserlacke erreichen problemlos die Anforderungen nach 1B.** Sie entsprechen damit weitestgehend dem Qualitätsstandard von herkömmlichen PUR-Lacken. Nitrolacke können von daher problemlos von herkömmlichen Wasserlacken ersetzt werden.

Bei privaten Einrichtungen können in vielen Fällen Öle und Wachse den Einsatz Nitrolacken vermeiden. Das Ablackieren von Schrankinnenflächen z. B. kann gut von Wachsen übernommen werden. Dabei geht es in erster Linie um einen einfachen Oberflächenschutz mit zusätzlichem Glanzgrad. Überall dort, **wo sich die Oberflächenbelastung in Grenzen hält** - Schrankfronten, Verkleidungen u. ä. - können **Öle mit vergleichbarem Pflegeaufwand zum Einsatz kommen**. Näheres zur Verarbeitung der Öle und Wachse findet sich im entsprechenden Unterkapitel.

Nitrolacke sollten auf Reparaturen beschränkt bleiben. Beim Nachlackieren von bestimmten Teilen wird man, um einen gleichen Oberflächeneindruck wie beim Original herstellen zu können, nicht auf sie verzichten können. Ansonsten gibt es umwelt- und gesundheitlich unbedenklichere Alternativen.

Lagerung

Nitrolacke sind leicht entzündlich. Sie weisen einen **Flammpunkt** von weniger als 21 °C auf und müssen deshalb in **feuerbeständig** abgetrennten Bereichen gelagert werden.

PUR-Lacke

Polyurethanlacke (PUR-Lacke) werden hauptsächlich **im Innenausbau eingesetzt**. Mit ihnen können viele Farben und Effekte erzeugt werden.

PUR-Lacke werden normalerweise als 2-Komponenten-Systeme verarbeitet. Durch die Zugabe des Härters wird eine sehr hohe Aushärtung der Lackschicht erzielt, welche sie gerade für **höhere Beanspruchungen** besonders geeignet macht. PUR-Lacke können die **Beanspruchungsgruppe 1B nach DIN 68 861-**1 erfüllen.

Herstellung

Das Harz des PUR-Lacks besteht aus Isocyanaten, dem ein Härter aus Polyolen zugemischt wird. Durch das Aushärten von Harz und Härter entsteht ein Polyurethan-Film mit sehr hoher Lackfestigkeit.

Harz und Härter enthalten zu etwa 60 - 75 % organische Lösemittel, die zumeist auf **aromatischen Kohlenwasserstoffen** beruhen. Der Lackfilm bildet sich durch Verdunsten des Lösemittels.

Zur Verbesserung der Beständigkeit und der Verarbeitungseigenschaften werden auch andere Nitrocellulose oder Acrylharze beigemischt, die physikalisch aushärten. Daneben finden sich eine

Vielzahl von Zuschlagstoffen wie Weichmacher für die Harze, Trockenhilfsstoffe, Konservierungsmittel und Füllstoffe. Die Farbgebung und die Lichtbeständigkeit erfordert die Zugabe von Pigmenten.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung müssen die beiden Komponenten des PUR-Lacks - Harz und Härter - im Verhältnis 1:10 vermischt werden. Das genaue Mischungsverhältnis ist wesentlich für die optimale Lackqualität.

Beschichtungen mit Polyurethan (PUR)-Materialien **immer erst kurz vor der Weiterverarbeitung schleifen** und entstauben, um einen einwandfreien Verbund zu gewährleisten.

Die Verarbeitung von PUR-Lacken ist nicht so klimaabhängig wie die von Wasserlacken. Gleichwohl sollten **PUR-Lacke nicht unter 15 °C verarbeitet** werden, um einen ausreichenden Lackverlauf zu gewährleisten.

Beim Einsatz von **PUR-Lacken auf gebleichten Hölzern** ist Vorsicht geboten. Nicht jeder PUR-Lack ist peroxidbeständig und kann auf den gebleichten Oberflächen verarbeitet werden.

Farbig lackierte PUR-Flächen weisen keine gute **Schmießfestigkeit** auf. Wenn man mit dem Fingernagel darüber zieht, so entsteht bei Betrachtung der Fläche gegen das Licht ein Glanzstreifen. Dies kann vermieden werden, indem **über den farbigen Decklack eine zusätzliche Schicht klarer PUR-Lack** aufgetragen wird.

Tipps zur Umstellung

Der hohe Anteil an Lösemitteln wie auch die gesundheitlichen Gefährdungen legen es Nahe, den Einsatz von PUR-Lacken einzuschränken und auf mögliche Alternativen umzustellen. Während man vielleicht beim bisherigen Einsatz von PUR-Lacken ein System für alle Anwendungsfälle eingesetzt hat, ist es für den Einsatz von möglichen Alternativen - Wasserlacke, Öle und Wachse - sehr viel stärker erforderlich, die konkreten Anforderungen beim Kunden zu berücksichtigen. Die **All-in-One Lösung gibt es für die Alternativen zum PUR-Lack nicht!**

Für eine Umstellung wird folgende **Vorgehensweise** empfohlen:

Information
Die Veröffentlichungen in der Fachpresse wie auch beim Landesverband Schreinerhandwerk geben eine gute Grundlage, um die Möglichkeiten von Alternativen kennen zu lernen und die erforderlichen Verarbeitungstechniken abzuschätzen.

Vorführung
Der Einsatz von Wasserlacken und Lacken muss in der Praxis erlebt werden. Die Anwendungstechniker der verschiedenen Hersteller von Oberflächenmaterialien stehen für praktische Vorführungen und Erläuterungen in den Betrieben bereit.

Erfahrungsaustausch
Verkäufer sind bekanntlich immer sehr von ihrem Produkt überzeugt. Deshalb ist es wichtig, Erfahrungen aus der Praxis von Kollegen kennen zu lernen. Allerdings sind die generellen Vorbehalte gegen Wasserlacke sehr verbreitet. Sie gründen sich oft auf falsche Anwendungen und führen leicht zu einer überzogenem Abwehrhaltung. Inzwischen gibt es aber genug Betriebe mit Erfahrung in der Anwendung von Ölen und Wasserlacken, die vom Einsatz der Systeme überzeugt sind. Über die Anwendungstechniker wie auch die Innungen kann man Kollegen finden, um sich fachlich auszutauschen.

Technik
Der Einsatz von Ölen und Wasserlacken erfordert andere Verarbeitungsbedingungen als dies bei herkömmlichen Lacksystemen der Fall ist. Nähere Hinweise dazu finden sich auf den jeweiligen Unterseiten. Insbesondere ist für Wasserlacke und Öle eine ausreichende Raumtemperatur wichtig.

Es hat sich bewährt, getrennte Airless-Anlagen für die verschiedenen Systeme einzusetzen, da der Reinigungsaufwand beim Wechsel von PUR-Lacken zu Wasserlacken und umgekehrt sehr hoch ist.

Schulung
Öle und Wasserlacke müssen in vielerlei Hinsicht anders verarbeitet werden als dies von PUR-Lacken bekannt ist. Hierfür sollten die Mitarbeiter ausreichend geschult werden. Generelle Voraussetzung ist, dass im Oberflächenbereich sehr sauber gearbeitet wird. Es darf nicht zu Vermischungen von Lösemitteln der verschiedenen Systeme kommen. Gerade bei der Verarbeitung von Wasserlacken ist Sauberkeit oberste Pflicht.

Umstellung
Der Haupteinsatz von Wasserlacken liegt zurzeit noch bei farblosen Beschichtungen. Hierfür ergeben sich bei guter Spritztechnik qualitativ gute Ergebnisse. Bei farbigen Oberflächen besteht teilweise noch Entwicklungsbedarf. Je nach Einsatzbereich kann man dafür auch farbige Lasuren auf Wasserbasis oder farbig eingestellte Öle verwenden.

Wichtig bleibt festzustellen, dass **die Umstellung im Kopf beginnt**. Information und Schulung sind besonders wichtig. Die Anwendungstechnik muss konsequent umgesetzt werden, um qualitativ ausreichende Ergebnisse zu erzielen.

Gesundheitliche Risiken

Der hohe Anteil von Lösemitteln kann zu Reizung der Schleimhäute und der Augen führen. Außerdem haben die Lösemittel eine narkotische Wirkung. Schäden am Nervensystem, den Nieren und der Leber können bei längerfristiger Belastung auftreten. Hinzu kommt die giftige Isocyanat-Komponente im Härter, durch die der **PUR-Lack bei der Verarbeitung gesundheitsschädlich** ist.

Deshalb sollte bei der Verarbeitung von PUR-Lacken die Mitarbeiter ausführlich in die Gefahren **unterwiesen** werden. **Der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung in Form von Atemmasken und Hautschutz ist sehr wichtig.**

Inzwischen werden auch **aromatenarme PUR-Lacke** angeboten. Die aromatischen Kohlenwasserstoffe werden dabei durch weniger gefährliche Lösemittel ersetzt. Die gesundheitliche Gefährdung des Mitarbeiters wird somit vermindert.

Untersuchungen haben gezeigt, dass auch noch Wochen nach dem Auftragen des PUR-Lackes Lösemittel ausgasen können, wenn der Lack nicht sauber aufgetragen wurde. **Nur eine optimale Verarbeitung kann sicherstellen, dass der Lack ausreichend ausgehärtet und nach wenigen Tagen weitestgehend lösemittelfrei ist**. Dazu gehören:

- korrekte **Vermischung** von Harz und Härter
- keine zu dicken **Schichtdicken** beim Auftrag
- **ausreichende Trockenzeiten** vor dem Auftragen des Decklacks

Nachdem der Lack ausgehärtet ist, sind keine weiteren gesundheitlich relevanten Emissionen zu erwarten. Er weist dann eine hohe Dampfdichtheit auf. Dies kann auch für die Sanierung von formaldehydbelasteten Räumen eingesetzt werden. Näheres dazu kann auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Formaldehyd nachgelesen werden.

Lagerung

PUR-Lacke und Härter sind leicht entzündlich oder entzündlich. Sie weisen einen **Flammpunkt** von weniger als 55 °C auf. Sie müssen deshalb in **feuerbeständig** abgetrennten Bereichen gelagert werden.

PUR-Härter sind feuchtigkeitsempfindlich. Sie sollten deshalb stets in dicht verschlossenen Gebinden aufbewahrt werden.

Die maximale **Lagerungsdauer für PUR-Härter** beträgt etwa 1 Jahr. **Wenn der Hersteller kein Haltbarkeitsdatum auf dem Gebinde vermerkt hat, sollten diese beim Einlagern mit dem aktuellen Datum versehen werden, um sicherzustellen, dass kein Härter überlagert wird**.

Wasserlacke

Wasserlacke ersetzen einen Großteil der organischen Lösemittel durch Wasser. Dadurch sind sie sehr geruchsarm. Weniger Lösemittel werden an die Umwelt und in den Arbeitsbereich des Mitarbeiters abgegeben.

Während sich Wasserlacke im Treppenbau und Parkettbereich in erheblichem Umfang etabliert haben, geschieht das im Möbelbereich noch recht zögerlich. Die Unsicherheit der Anwender ist noch recht groß. Die Erfahrungen im Einsatz, insbesondere im Farbbereich, sind noch recht verhalten. Aber die gesetzlichen Rahmenbedingungen werden die Weiterentwicklung des Wasserlacks fördern und seine Einsatzmöglichkeiten verbessern.

1-Komponenten-Systeme können an herkömmliche 2-Komponenten-Purlacke im Hinblick auf die

Beständigkeit und Widerstandsfestigkeit nicht heranreichen. Durch die Zugabe von Härtern auf der Basis von Polyisocyanaten werden aber mindestens vergleichbare Qualitätseigenschaften erzielt.

Wasserlacke feuern die Oberfläche nicht an, sie bleibt dadurch etwas blass. Bei hellen Hölzern ist das durchaus von Vorteil, zumal die UV-Beständigkeit von Wasserlacken besser ist als die von herkömmlichen PUR-Lacken. Die Hölzer vergilben nicht so schnell. Bei dunklen Hölzern wird das fehlende Anfeuern aber oft als unbefriedigend empfunden.

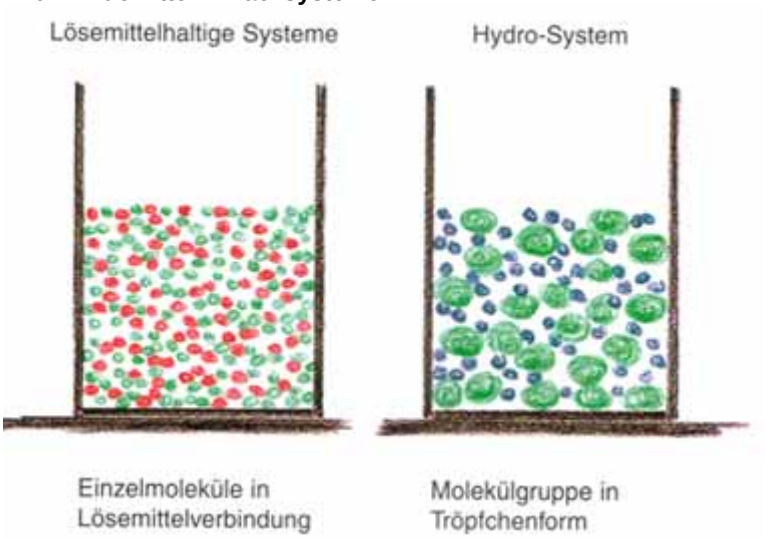
Ein weiterer Vorteil von Wasserlacken ist ihre **besondere Oberflächenhärte**. Wenn man mit dem Fingernagel über eine herkömmlich PUR-lackierte Fläche zieht, so entsteht bei Betrachtung der Fläche gegen das Licht ein Glanzstreifen. Bei der Wasserlack-Fläche ist dieser Glanzstreifen nicht zu erkennen, was insbesondere bei Schrankfronten von Vorteil ist.

Durch die **größere Elastizität des Wasserlacks** neigt er nicht zu Versprödungsrissen, wie sie bei punktueller Belastung von PUR-lackierten Flächen vorkommen können. Über diese Versprödungsrisse kann Feuchtigkeit eindringen und den Bereich vergrauen.

Herstellung

Wasserlacke beinhalten so wie konventionelle Lacke Acrylatharze und Isocyanate als Bindemittel. Im Unterschied zu den Lacksystemen auf Basis organischer Lösemittel hat man beim Wasserlack jedoch eine Dispersion von Bindemitteln im Wasser. Die Bindemitteltröpfchen mit einer Größe von 10 - 20 µm sind gleichpolig aufgeladen, sodass sie sich gegenseitig abstoßen und in der Schwebe halten. Deshalb bildet sich bei Wasserlacken auch kein Bodensatz. Die Bindemittel sind gleichmäßig als so genannte Dispersion im Lack verteilt.

Bild: Bindemittel in Lacksystemen



Quelle: Wasserlackbroschüre, Landesfachverband Schreinerhandwerk BW, 2003, S. 14

Der Lösemittelanteil beträgt heutzutage nur noch zwischen 3 und 10 %. Der Wasseranteil liegt bei 50 - 70 %. Der Lackfilm bildet sich durch Verdunsten des Lösemittels. Zur Verbesserung der Beständigkeit und der Verarbeitungseigenschaften werden eine Vielzahl von Zuschlagstoffen wie Weichmacher für die Harze, Entschäumer, Konservierungsmittel und Füllstoffe beigefügt.

Verarbeitung

Schleifen

Die Holzoberfläche sollte vor der dem Grundieren je nach Holzart mit 180er bis 220er Körnung vorgeschliffen werden. Ein zusätzlicher Querschliff trägt dazu bei, dass die Fasern nicht so stark zum

Aufquellen neigen. Ein Wässern ist nicht erforderlich, die Platte sollte aber vor dem Grundieren sollte die Platte sehr gut gereinigt werden. **Eingeschlossene Staubpartikel können nicht heraus geschliffen werden und rauen die Oberfläche auf.**

Die Werkstücke müssen für die Weiterverarbeitung bei Raumtemperatur ausreichend klimatisiert werden und einen gleichmäßigen Feuchtegehalt aufweisen. Wichtig ist es dabei, **dass der Zeitraum zwischen dem Schleifen und der Oberflächenbehandlung sehr kurz gehalten werden muss!**

Grundierung

Für die Verarbeitung von Wasserlacken müssen im Raum Mindesttemperaturen von wenigstens 18 °C, besser 20 °C, vorhanden sein. Idealerweise wird der Wasserlack leicht temperiert bei 30 °C mit Hilfe eines **Durchlauferhitzers** aufgespritzt. Der Lackverlauf wird dann deutlich gleichmäßiger.

Angetrocknete Lackpartikel können sich nicht wieder auflösen. Sie können die Spritzdüse verstopfen oder sich den auf der Oberfläche störend bemerkbar machen. **Die Gebinde müssen deshalb gut verschlossen bleiben. Angetrockneter Lack kann nicht mehr verwendet werden!**

Für das Auftragen von Wasserlack sollte ein eigenes Air-Mix-Gerät zur Verfügung stehen. Alle lackführende Teile müssen aus Edelstahl sein. Das Wechseln verschiedener Lackiersysteme auf einem Gerät hat sich als nicht sinnvoll erwiesen, der Reinigungsaufwand ist einfach zu groß.

Der größte Fehler bei der Verarbeitung wird beim Auftragen der Grundierung gemacht. Bei herkömmlichen Lacken wird die Grundierung dick aufgetragen, da der Lack immer etwas absackt. Beim Wasserlack kann dann schnell ein **Vergrauen** einsetzen, da das Wasser nicht mehr vollständig abdunsten kann, bevor der Lack schon antrocknet. Zudem bilden die Acrylate im Wasserlack kleine Luftbläschen. Ist die Lackschicht zu dick, können sie nicht heraustreten und schwächen den Lack oder die Lasur. Wenn man den Lack auf der Oberfläche sieht, ist er fast schon zu dick. **Da aber für den nachfolgenden Zwischenschliff eine gewisse Mindestschichtdicke erforderlich ist, sollte man lieber zwei mal dünn grundieren, als einmal zu dick auftragen**.

Zwischenschliff

Beim Trocknen muss zunächst das Wasser verdunsten können, bevor die Restlösemittel im Wasserlack die eigentliche Filmbildung erzeugen. Mit der Trocknung verschwindet das milchige Aussehen der Lackoberfläche, da die einzelnen Bindemittelteilchen gelöst werden und dadurch in einen transparenten, noch lösemittelhaltigen und feuchten Lackfilm übergehen.

Die Trocknungszeiten unterscheiden sich heute nicht mehr wesentlich von herkömmlichen lösemittelhaltigen Systemen. Ablüftversuche haben gezeigt, dass Wasserlacke bei idealen Bedingungen, d. h. Temperaturen von rund 40 °C und einer Luftbewegung an der Holzoberfläche in der Größenordnung von 0,5 - 1,5 m/s, ca. 10 - 15 Minuten benötigen bis sie staubtrocken sind.

Entsprechend der Herstellerangabe sollte dann ein Zwischenschliff mit Körnung 280 - 320 erfolgen. **Dabei muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Grundierung nicht durchgeschliffen wird.**

Auch nach dem Zwischenschliff ist eine **gründliche Abreinigung der Oberflächen von Staubteilen** erforderlich. Staubrückstände aus dem Zwischenschliff verursachen starke Qualitätsbeeinträchtigungen. Zum Abreiben der bearbeiteten Oberfläche sollten feuchte Schwammtücher oder fusselfreie Gaze-Lappen eingesetzt werden. Ein **Abblasen mit Druckluft reicht erfahrungsgemäß nicht aus,** da die Staubkörner dadurch nicht ausreichend entfernt werden.

Es hat sich in der Praxis bewährt, den Zwischenschliff und die Decklackierung unmittelbar hintereinander durchzuführen. Es kann ansonsten zu Haftungsschwierigkeiten kommen.

Decklack

Um einen gleichmäßigen Lackauftrag zu erzielen, sollte mit der vom Lackhersteller empfohlenen Düsengröße im Kreuzgang 80 - 140 g/m² verspritzt werden.

Während des Lackauftrages darauf achten, dass die Spritzdüse nicht antrocknet - sie muss immer feucht gehalten werden!

Reinigung der Arbeitsgeräte

- Die Düsen können relativ schnell verkleben, deshalb möglichst umgehend nach dem Spritzauftrag die **Düsen** durch Einhängen in ein Wasserbad oder in einen geeigneten Wasserverdünner **feucht halten**.
- Für die Reinigung der Spritzgeräte sollte auf die vom Hersteller empfohlenen Spülmittel zurückgreifen werden.
- Bei wasserberieselten Anlagen sind entsprechend den Vorgaben des Anlagenherstellers **spezielle Koagulierungsmittel** für Wasserlacke einzusetzen.

Problembereiche

- **Wässrige Farbstoffbeizen** können nicht mit Wasserlacken kombiniert werden. Sie werden durch den Lack angelöst. Pigmentierte Wasserbeizen, so genannte Colorbeizen, können jedoch ohne weiteres mit Wasserlacken eingesetzt werden, ohne dass die Gefahr eines Ausblutens von Farbstoffen entsteht.
- Bei Farblackierungen können **wasserlösliche Holzinhaltsstoffe** durch den Wasserlack gelöst werden und ausbluten. Hier muss mit einem 2-Komponenten-System gearbeitet werden. Im Einzelfall kann es von Vorteil sein, die Grundierung zunächst herkömmlich mit einem Lösemittellack durchzuführen, um die Inhaltsstoffe ausreichend abzusperren.
- **MDF-Platten** lassen sich nur erschwert mit Wasserlacken beschichten, da sie zum Aufquellen neigen. Auch hier kann durch einen 2-K-Wasserlack das Problem gelöst werden, wenn ein geeigneter Füller als Untergrund eingesetzt wird.

Der Landesfachverband Schreinerhandwerk BW hat für die Verarbeitung von Wasserlacken eine **Praxisbroschüre** herausgegeben, die dort bestellt werden kann.

Gesundheitliche Aspekte

Mit der Verarbeitung von wasserlöslichen Lacken gehen nur geringe Geruchsbelästigungen einher. **Dadurch entfällt die typische Warnfunktion von Gefahrstoffe. Wasserlacke sind im Hinblick auf den Arbeitschutz mit der gleichen Sorgfalt zu handhaben wie konventionelle lösemittelhaltige Systeme.** Die Lösemittelanteile wie auch die Bindemittel reizen die Augen und dürfen nicht eingeatmet werden. Deshalb sollten derartige Systeme **nur in Oberflächenbereichen mit Absauganlagen** gespritzt werden. Teilweise kommen bei wasserlöslichen Lacken Lösemittel mit niedrigen MAK-Werten zum Einsatz. **Aufgrund des wesentlich geringeren Mengenanteils können sie gegenüber konventionellen Lacken als gesundheitlich vorteilhafter empfohlen werden.**

Werden Lösemitteldämpfe in höheren Konzentrationen eingeatmet, gelangen ihre Inhaltsstoffe über die Lungenbläschen in das Blut. Die geschieht bei wässrigen Lösemitteln leichter als bei wasserunlöslichen. Die Alkohol-Komponenten der wässrigen Mittel lösen sich gut im Blut.

Lösemittel reizen generell die Atemwege und können Leber und Nieren wie auch das Nervensystem schädigen. Sie sind außerdem eine Gefahr die für Haut, da sie schützende Fette aus ihr herauslösen. Dadurch können allergisierende Stoffe wie Isocyanate aus PUR-Härtern besser eindringen.

Neben dem Atemschutz (Maske und Absaugung) sollte immer auch ein ausreichender Hautschutz gewährleistet werden (Eincremen der Haut, Handschuhe).

Nach ausreichender Abtrocknung sind in der **Gebrauchsphase keine Emissionen** von gesundheitsgefährdenden Stoffen zu erwarten. In Abhängigkeit von der chemischen Flüchtigkeit der einzelnen Lösungsmittelbestandteile sind dafür bis zu 3 Wochen, teilweise auch länger anzusetzen, da die oftmals verwendeten Alkohole und langkettigen Glykolether langsamer verdunsten.

Lagerung

Wasserlacke enthalten in geringem Anteil brennbare Lösemittel. Sie sind aber als Gemisch nicht brennbar. Deshalb müssen sie nicht in einem feuerbeständig abgetrennten Lacklager aufbewahrt werden.

Wasserlacke sind aber deutlich frostempfindlicher als herkömmliche Lösemittellacke. Temperaturen unter 4 °C zerstören den Lack. **Deshalb den Lack auch nicht auf dem Boden, sondern in geeigneten Regalen lagern.**

Wasserlacke weisen eine geringe Wassergefährdung auf. Im Normalfall werden sie der Gefährdungsklasse 1 zugeordnet. Ein unmittelbares Eindringen von Lackresten in die Kanalisation oder den Untergrund muss gleichwohl verhindert werden. **Die Lagerung sollte deshalb in ausreichend abgedichteten Bereichen erfolgen, um im Falle des Auslaufens eines Lackgebindes eine Verunreinigung des Grundwassers sicher ausschließen zu können**.

Öle und Wachse

Öle und Wachse bestehen zum überwiegenden Teil aus nachwachsenden Rohstoffen. Allerdings sind sie keine reinen Naturprodukte. Um eine möglichst gleichmäßige Qualität zu erhalten werden sie durch physikalische und chemische Prozesse umgewandelt.

Durch die Behandlung mit Ölen oder Wachsen wird das Saugvermögen der Holzoberfläche herabgesetzt und das Eindringen von Flüssigkeiten und Schmutz erschwert.

Eigenschaften

Öle

Öle dringen tief in das Holz ein und füllen die Poren. Sie verbessern die **chemische Widerstandsfähigkeit** des Holzes.

Sie **feuern stark an** und betonen die Holzstruktur. Reine Öle weisen einen geringen Glanzgrad auf.

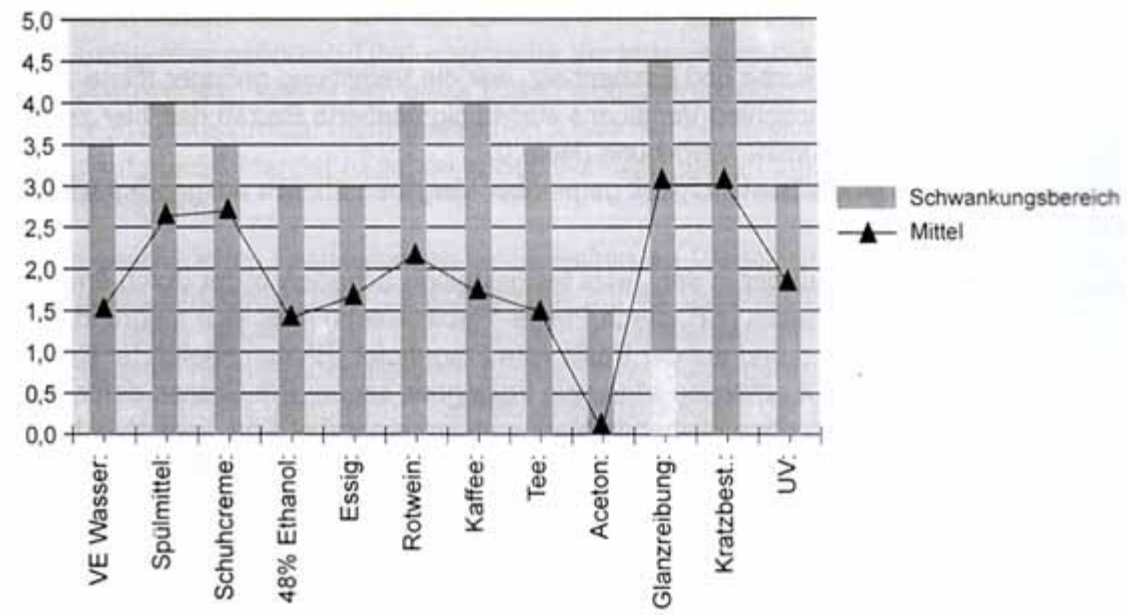
Wachse

Wachse bilden auf der Oberfläche eine sehr dünne Schicht. Sie verbessern die **mechanische Widerstandsfähigkeit**. Die Wachsschicht wirkt schmutz- und wasserabweisend. Sie feuern die Oberfläche nicht an. Je nach Rezeptur und Polierverfahren erscheint die **Oberfläche seidenmatt bis glänzend**. Wachse sind insgesamt geruchsneutraler als Öle. Um die Vorteile beider Materialien zu nutzen, werden Öle und Wachse häufig kombiniert.

Öle und Wachse können nicht die Beständigkeit und Abriebfestigkeit von lösemittelhaltigen 2-Komponenten-Systemen erreichen. Gegenüber 1-Komponentensystemen von Wasserlacken oder Nitrolacken sind sie teilweise durchaus konkurrenzfähig. Sie sind sehr gut reparaturfähig, d. h. kleinere Problembereiche können durch den Kunden selbst abgeschliffen und korrigiert werden.

Aus der folgenden Übersicht wird die **Beständigkeit gegenüber den Prüfflüssigkeiten der DIN 68861-1** verdeutlicht. Die Bewertung erfolgt von 0 - 5. Die Angabe 0 bedeutet, dass keine Veränderung auf der Oberfläche wahrnehmbar war, die Angabe 5 weist auf die Zerstörung der Oberfläche hin.

Bild: Beständigkeit der Öle und Wachse nach DIN 68861



Quelle: Öle und Wachse, Landesfachverband Schreinerhandwerk Baden-Württemberg und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2003, S. 25

Der erhebliche Schwankungsbereich verweist auf deutliche Unterschiede der am Markt verfügbaren Öle und Wachse.

Herstellung

Öle werden überwiegend aus **Leinöl und Holzöl** hergestellt. Beim Leinöl handelt es sich um ein gelbes Öl, welches aus den Samen des Flachses oder Leins heiß oder kalt unter hohem Druck gepresst wird. Heißgepresstes Leinöl ist dunkler als kaltgepresstes und in seiner Qualität geringwertiger. Holzöl wird durch die Pressung von Tungbaumsamen gewonnen. In Lacken wird es überwiegend als **Standöl** eingesetzt. Diese beiden Öle sind so genannte **trocknende Öle**, d.h. sie härten an der Luft aus, indem sie mit Sauerstoff chemisch reagieren. Um den Trocknungsprozess zu beschleunigen werden dem Öl **Trockenstoffe** in Form von Metallsalzen (Kobalt, Zirkonium) zugesetzt.

Daneben werden weitere nicht trocknende Öle zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften beigemischt, zum Beispiel:

- Sonnenblumenöl
- Safloröl
- Nussöl
- Olivenöl

Durch Erhitzen und Mischen werden die jeweiligen natürlichen Rohstoffe den späteren Verarbeitungsbedingungen angepasst. Bei den **Wachsen** spielen **Bienen- und Carnaubawachs** eine besondere Rolle. Reine Wachsprodukte sind bei Zimmertemperatur pastös oder hart und müssen für die Verarbeitung erwärmt werden.

Als **Lösemittel** werden **Terpentinöle oder Citrusschalenöle** aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet. Diese werden aber häufig ergänzt durch organische Lösemittel aus der Erdölproduktion, welche von **aromatischen Verbindungen** weitestgehend gereinigt wurden (Restgehalt weniger als 0,01 %). Der erforderliche Lösemittelanteil ist abhängig von der Viskosität der eingesetzten Bindemittel und schwankt zwischen 40 und 70 %. Inzwischen gibt es auch **Öle auf Wasserbasis**. Dabei spielen Zucker und Kasein die Rolle des Vermittlers zwischen Öl und Wasser. **Lösemittelfreie Systeme** zeichnen sich durch eine hohe **Viskosität** aus. Sie müssen für die Verarbeitung erhitzt und verflüssigt werden. Die verschiedenen **Lösemittelkonzepte** sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst:

Bild: Lösemittelkonzepte der Hersteller von Ölen und Wachsen

Konzepte der Hersteller	Alipathische Kohlenwasserstoffe	Isoalipathische Kohlenwasserstoffe	Terpene	Lösemittel-frei
Lösemittel	Testbenzine (Terpentinersatz) Wundbenzin, ➔ aromatenfreie Testbenzine	Isoaliphate (z.B. Isopar)	Ätherische Pflanzenöle, Balsamterpentin-Öle, Citrusschalen-Öle	Keine oder Wasser
Herkunft der Lösemittel	Erdöl Tierischer, pflanzlicher Ursprung	Erdöl Tierischer, pflanzlicher Ursprung	Pflanzl. Balsame, Fruchtschalen (nachwachsende Rohstoffe) Pflanzlicher Ursprung	Quellwasser, Natürlicher Ursprung
Herstellungs-verfahren	Destillation	Destillation in vielen Reaktionsschritten	Destillation	Wasser-aufbereitung
Nachteile	Reste krebsverdächtiger Bestandteile, hautentfettend, Langzeitrisiken nicht auszuschliessen, negative Einwirkungen auf das zentrale Nervensystem möglich (bei fehlenden Schutzmaßnahmen bei der Beschichtung = > Atemschutzmaske), oft nur geringe Lösefähigkeit	geruchsarm (daher fehlende Warnfunktion), negative Einwirkungen auf das zentrale Nervensystem möglich (bei fehlenden Schutzmaßnahmen bei der Beschichtung), hautentfettend, schlechte Lösefähigkeit für Naturharze, deshalb in der Regel Terpenzusatz notwendig	hautentfettend, allergische Reaktionen möglich, negative Einwirkungen auf das zentrale Nervensystem möglich (bei fehlenden Schutzmaßnahmen bei der Beschichtung)	Zwischenschliff unvermeidbar
Vorteile	durch einfache Destillation hergestellt, daher billig; Warnwirkung durch deutlichen Geruch	befreit von schädlichen ➔ Aromaten wie z.B. Benzol (Anteil < 1%)	Warnwirkung durch deutlichen Geruch	keine schädlichen Lösemittel

Quelle: Öle und Wachse, Landesfachverband Schreinerhandwerk Baden-Württemberg und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2003, S. 25

Zur Verbesserung der Beständigkeit und der Verarbeitungseigenschaften werden Zuschlagstoffe wie Weichmacher für die Harze, Konservierungsmittel (Borsalze) und Füllstoffe beigegeben. Die Farbgebung und die Lichtbeständigkeit erfordern die Zugabe von Pigmenten.

In der Regel ist es üblich, dass die Hersteller von Ölen und Wachsen eine **Volldeklaration** für ihre Produkte angeben. Darin werden alle Zutaten des Produktes entsprechend ihres jeweiligen Anteils aufgelistet, eine Information, die z.B. für Allergiker sehr wichtig ist. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich um keine reinen chemischen Stoffe handelt, deren Eigenschaften eindeutig definiert sind.

Beschreibung typischer Inhaltsstoffe aus Ölen und Wachsen (pdf, 243 KB).

Schellack

Neben Öl-Wachs-Produkten werden im biologischen Bereich auch Schellacke angeboten. Schellack ist ein tierisches Harz, das von der asiatischen Lackschildlaus ausgeschieden wird. Das Harz weist eine sehr gute Beständigkeit auf und bildet einen hochwertigen Lackfilm.

Schellack **trocknet wesentlich schneller als Öle oder Wachse**. Schon 3 - 4 Stunden nach dem Auftrag kann die Fläche weiterbearbeitet werden.

Schellack hat eine **hohe Absperrwirkung**, d.h. er verhindert ein Ausgasen von Inhaltsstoffen, die eventuell gesundheitlich problematisch sein könnten (z.B. für Allergiker). Er kann deshalb auch zur Sanierung von Holzschutzmittelbelasteten Räumen eingesetzt werden. Näheres dazu kann auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Holzschutzmittel nachgelesen werden.

Verarbeitung

Für verschiedene Einsatzgebiete mit entsprechenden Beanspruchungen können unterschiedliche Beschichtungsaufbauten empfohlen werden. Die Beanspruchungen reichen von sehr gering (nur zur Pflegebehandlung von Holzmöbeln im privaten Wohnbereich) bis hin zu sehr hoher Beanspruchung mit wasserabweisender Wirkung (für Bad- und Küchenmöbel, Fußböden und Treppen). Für den Außenbereich wird kein Öl oder Wachs empfohlen. Hier sollten Lasuren oder Lacke eingesetzt werden.

Bild: Empfehlungen für den Einsatz von Ölen und Wachsen

Beanspruchungsklasse	Einsatzgebiete	Beispiel	vorgeschlagene Behandlung	Effekt
sehr gering	Nachbehandlung, Pflege von Holzmöbeln im Wohnbereich		Wachs 1–2 mal	nicht anfeuernd (natur)
gering	Erstbehandlung, nicht beanspruchte Holzteile an Wohnmöbeln	Kleiderschrank innen	Wachs 2 mal; oder Öl-Wachs 1 mal	natur
minder	Erstbehandlung, normal beanspruchte Flächen	Schrankwände im Wohnbereich	Sperrgrund (Schellack) 1 mal und Wachs 1 mal; oder Öl 1 mal und Wachs 1 mal	natur oder leicht anfeuernd
mittel	Erstbehandlung, mit Abrieb beanspruchte Flächen	Tischplatten, Sideboards, Wohnmöbelfronten	Öl-Wachs 1 mal, Wachs 1 mal; oder Öl-Wachs 2 mal; oder Öl 1 mal und Wachs 1 mal	leicht bis mittelstark anfeuernd
stark	Erstbehandlung, mit starkem Abrieb und Reinigungschemikalien beanspruchte Flächen	Fußböden, Treppen, Sitzmöbel Küchenfront	Öl-Wachs 2 mal; oder Hartöl 2 mal und Wachs 1 mal	anfeuernd
sehr hoch	Erstbehandlung, mit starkem Abrieb, Reinigungschemikalien und Wasserdampf beanspruchte Flächen	Bad- und Küchenmöbel, Fußböden und Treppen	Hartöl 2–3 mal; (zusätzlich evtl. Wachs 1 mal) Öl-Wachs 2–3 mal	stark anfeuernd
außen	Erstbehandlung derzeit nicht empfohlen, hierfür Lasuren und Lacke einsetzen			

Quelle: Öle und Wachse, Landesfachverband Schreinerhandwerk
und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2003, S. 25

Ein direkter Zusammenhang zwischen Auftragsmenge und chemischer Beständigkeit der Oberfläche ist nicht vorhanden. Entscheidend ist, dass sich das Öl oder das Wachs sehr gleichmäßig im Holz verankert und einen durchgehenden Film bildet. Öle bilden keinen Film auf dem Holz, sondern im Holz. **Die mechanische Beständigkeit wird durch den Auftrag in mehreren Schichten verbessert**.

Vorbehandlung der Flächen

Für geölte oder gewachste Flächen gilt der Grundsatz: Je feiner und sauberer die Oberfläche geschliffen ist, desto glatter und gleichmäßiger der spätere Oberflächeneindruck. Durch den Einsatz von Breitbandschleifmaschinen im Kalibrierverfahren wird die Oberflächenqualität gegenüber Langbandschleifmaschinen oder Handschleifgeräten deutlich verbessert. Die Flächen sollten abgestuft geschliffen werden mit Korn 180 - 220 - 280 (Nadelhölzer) bzw. 320 (Laubhölzer).

Je feiner der Schliff, desto größer ist auch die Gefahr, dass die Fasern nur gestaucht werden. Daher sollten **hochwertige Oberflächen gewässert** werden.

Auftragsverfahren

Generell gilt, dass Öle und Wachse nicht mit herkömmlichen Lacksystemen zusammenkommen sollten. Jede Vermischung bewirkt deutliche Qualitätsminderung. Daher sollten die Auftragsgeräte getrennt verwendet bzw. immer sehr sorgfältig gereinigt werden.

Werden Öle/Wachse mit Lacken im gleichen Auftragsraum verarbeitet, sollte der **Spritzstand durch Papierfilter geschützt und der Boden mit Karton abgedeckt werden**. Die Öle verkleben die Roste und Filterflächen. Mit Ölresten verunreinigte Böden lassen sich nur schwer reinigen.

Um eine Hautbildung zu vermeiden sind Gebinde sind immer gut zu verschließen. Notfalls Haut abschöpfen oder abschaben.

Die Verarbeitung von Ölen und Wachsen sollte immer bei mindestens 18 °C erfolgen. Je wärmer das Öl, desto höher seine **Viskosität**. Die Benetzung der Oberfläche ist dann besser und das Öl kann gleichmäßiger aufgetragen werden.

Aufstreichen/Aufrollen

In der Praxis hat sich das Aufrollen mit einem ölfesten Schaumstoff-Roller durchgesetzt. Dadurch wird das Material sehr gleichmäßig aufgetragen und die Verluste sind minimal. Bei ungünstigen Flächenformen empfiehlt sich der Einsatz von einem Naturhaarpinsel.

Das Aufstreichen oder Aufrollen setzt eine ausreichende Liquidität voraus. Lösemittelfreie Systeme oder Hartwachse können mit diesem Verfahren nicht aufgetragen werden.

Aufspachteln/Aufrakeln

Das Aufspachteln lässt sich auch bei höherviskosen Produkten einsetzen. Das Material wird dabei in ausreichender Menge auf die zu bearbeitende Fläche aufgegossen und mit einem gezahnten Spachtel verteilt. Mit der ungezahnten Seite wird das Material in die Poren eingedrückt. Überschüssiges Material kann genau wie beim Aufrollen von der Fläche abgezogen werden. Die Materialausnutzung ist ähnlich gut wie beim Aufstreichen/Aufrollen.

Der Vorteil dieser Arbeitsweise ist, dass das Holz durch die mechanische Einwirkung des Spachtelns porentief **versiegelt** wird. Allerdings ist der Zeitaufwand recht hoch.

Aufspritzen

Die meisten Öle/Wachse lassen sich auch mit der **Becherpistole** verspritzen. Bei flächigen Werkstücken kann man das Material auf diese Weise schneller und gleichmäßiger auftragen als von Hand.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Spritzlackierung kommt es nicht darauf an, das Öl möglichst fein zu zerstäuben. Man kann mit niedrigen Drücken arbeiten, um die **Overspray**-Verluste zu minimieren. Hier eignen sich insbesondere nebelarme>HVLP-Pistolen. Es ist aber auch normales Druckluftspritzen möglich, wobei Düsengröße und Förderluft je nach Gerätetyp individuell eingestellt werden müssen.

Der wesentliche Vorteil des Aufspritzens ist der gleichmäßige und schnelle Materialauftrag. Allerdings ist die Materialausnutzung deutlich schlechter gegenüber den manuellen Verfahren, da der Overspray-Anteil je nach Teileform mit ca. 30 - 50 % der verarbeiteten Menge angesetzt werden muss.

Lösemittelfreie Öle oder Hartwachse werden mithilfe spezieller Geräte im **Heißspritzverfahren** aufgetragen. Durch die Hitze verflüssigt sich das Öl/Wachs und kann aufgespritzt werden. Hartwachse können in Kartuschenform eingesetzt werden. Dadurch wird die Gefahr der Hautbildung an der Oberfläche vermieden und das Spritzgerät kann leichter sauber gehalten werden.

Der Materialverbrauch beim Heißspritzen ist wesentlich geringer, da keine Lösemittel (Anteil ca. 50 %) aufgetragen werden müssen. Auch die Trocknungszeit ist deutlich kürzer.

Tauchen/Fluten

Kleinere Holzteile, Rahmen oder Böden können getaucht oder geflutet werden. Nach einer gewissen Einwirkungsdauer (abhängig vom Holz) lässt man das Öl ablaufen und entfernt den Überschuss.

Zwischenschliff

Überschüssiges Öl kann manuell mit einem Lappen nach einer vom Hersteller angegeben Einwirkungszeit abgenommen werden. Maschinell wird das Material mit einem speziellen Schleifvlies

eingearbeitet. **Es darf kein Öl sichtbar auf der Fläche stehen bleiben.** Ansonsten entstehen klebrige Bereiche, die nicht vollständig aushärten.

Gegenüber konventionellen Oberflächensystemen weisen Öle/Wachse deutlich **längere Trocknungszeiten** auf. Ausnahme stellt das Heißspritzen dar, dort müssen keine Lösemittel verdunsten. Die Trocknungszeiten sind abhängig vom Produkt, von der Auftragsmenge, der Raumtemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung.

Beim **Einschleifen** mit Schleifkorn 180 - 220 werden die Holzporen mit feinem Holzstaub und Öl gefüllt und soweit wie möglich verschlossen. Dadurch wird die Oberfläche deutlich glatter.

Wässrige Öle rauen die Holzoberfläche stärker auf, da sich die Holzfasern infolge der Wasseraufnahme aufstellen.

Polieren

Durch das Polieren werden die Poren des Holzes geschlossen und die Oberfläche geglättet. **Dadurch wird die Aufnahmefähigkeit der Oberfläche verringert und dessen Widerstandsfähigkeit erhöht.** Der Poliervorgang kann normalerweise 15 - 30 Minuten nach dem Auftragen des Öls erfolgen. Dabei kommen folgende Verfahren zum Einsatz:

- manuell mit einem Lappen oder einer Bürste
- Exzenterschleifer mit einem Schleifvlies
- Exzenterschleifer mit einem Poliervlies
- Flex mit Sisalbürste

Der Landesfachverband Schreinerhandwerk BW hat für die Verarbeitung von Ölen/Wachsen eine **Praxisbroschüre** herausgegeben, die dort bestellt werden kann.

Trocknen

Je nach Lösemittelanteil bedarf es einer mindestens zehnstündigen Trocknung, bis die behandelten Teile zusammengestellt werden können. Eine Weiterverarbeitung sollte erst nach 24 Stunden erfolgen. Die Oberfläche benötigt mehrere Wochen, bis sie vollständig aushärtet.

Lösemittelfreie Produkte, die im Heißspritzverfahren aufgetragen werden, können bereits nach wenigen Stunden weiterverarbeitet werden.

Trocknende Öle benötigen zum Aushärten Luftsauerstoff. Wenn in der Trocknungsphase keine ausreichende Belüftung möglich ist (z.B. im Innern von Schränken) verlangsamt sich der Trocknungsprozess wesentlich und es entstehen für die Öltrocknung typische Gerüche.

Ebenso wird der Trocknungsprozess durch folgende Einflussfaktoren weiter verlangsamt:

- niedrige Raumtemperatur (weniger als 15 °C)
- hohe Luftfeuchtigkeit (mehr als 70 %)
- zu hohe Auftragsmenge

Die folgende Abbildung zeigt einen **selbst erstellten Trockenwagen** speziell für die Trocknung von ölbehandelten Teilen. Die aufrechte Lagerung ermöglicht eine minimale Berührung der behandelten Flächen.

Bild: Trocknungswagen für ölbehandelte Flächen

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Pflege der Oberfläche

Dem Kunden sollten ausführliche Informationen über die Handhabung und Pflege der geölten/gewachsten Produkte ausgehändigt werden. Alle Hersteller bieten kleine **Reparatursets** an, die der Kunde bei kleineren Oberflächenschäden verwenden kann.

Die Qualität einer geölten Oberfläche verarmt im Laufe der Zeit. **Die Oberfläche sollte deshalb je nach Gebrauch alle ein bis zwei Jahre nachgeölt werden.** Sie wird auf diese Weise widerstandsfähiger und bleibt dauerhaft schön.

Besondere Fragestellungen

- **Öle feuern sehr stark die Oberfläche** an. Wo das nicht gewünscht wird, sollte die Oberfläche nur mit Wachs behandelt oder eine Laugen/Seifen-Behandlung durchgeführt werden.
- Manche Öle dunkeln stark nach und nehmen im Laufe der Zeit einen dunkelbraunen Farbton an. Deckend farbige Beschichtungen verändern infolge der **Vergilbung** des Bindemittels den Farbton. Ölgemische aus nicht trocknenden Sorten vergilben weniger stark. Sie eignen sich daher besonders für die Behandlung von hellen Holzarten. Auch mit Hilfe weißer Pigmente kann die Vergilbung vermindert werden. Farbunterschiede werden ausgeglichen und die Maserung erscheint unschärfer. Allerdings haben Untersuchungen gezeigt, dass so genannte **Weißöle deutlich geringere chemische Beständigkeiten aufweisen als herkömmliche Hartöle**.
- Gelegentlich bilden sich auf ölgesättigten Oberflächen **punktuelle Ausblühungen**, weil das Öl wieder aus den Poren herausgedrückt wird. Durch die Lösemittelverdunstung gelangen sie an die Oberfläche und führen zu leichten Verklebungen. Das Problem tritt verstärkt bei mehreren Ölaufträgen auf. Pigmentierte Öle hingegen neigen weniger zum Ausblühen.
- Öle benötigen für das Aushärten Luftsauerstoff. Der **Luftaustausch ist in Schrankinnenflächen stark eingeschränkt**. Deshalb sollte hier auf eine geölte Oberfläche verzichtet werden. Sie dünstet ansonsten lange nach. Hier haben sich reine Wachsoberflächen oder Schellack besser bewährt.

Gesundheitliche Aspekte

Mit der Verarbeitung von Ölen/Wachsen können **Geruchsbelästigungen** durch die Lösemittel einhergehen. Die Lösemittelanteile wie auch die Bindemittel reizen die Haut und sind beim Einatmen gesundheitsschädlich. Die eingesetzten Lösungsmittel weisen insbesondere bei Terpentinöl auch relativ niedrige MAK-Werte auf. Die verwendeten Bindemittel können zudem allergisierend wirken.

Deshalb sollten auch **Öle und Wachse nur in Oberflächenbereichen mit Absauganlagen verarbeitet** werden.

Terpentinhaltige Lösemittel in biologischen Ölen/Wachsen sind nicht so schnell flüchtig wie chemische Lösemittel. Sie verdunsten über einen längeren Zeitraum aus den Produkten aus. Dadurch können in der Gebrauchsphase noch Geruchsstoffe der eingesetzten Bindemittel wahrgenommen werden. Darüber hinaus ist aber die Emission von gesundheitsgefährdenden Stoffen nicht zu erwarten.

Die Lebensdauer von Ölen und Wachsen ist in der Regel deutlich geringer als die von konventionellen Oberflächensystemen. Beim Abschleifen alter Oberflächen belasten die vielfach verwendeten Kobalt-Trockenstoffe als Staub die Atemorgane. Sie sind als krebsverdächtig eingestuft. **Deshalb sollte ein Abschleifen von Oberflächen generell nur mit einer ausreichenden Absaugung vorgenommen werden.**

Lagerung

Öle und Wachse sind zumeist nur **schwer entzündlich**, d.h. sie weisen einen **Flammpunkt** von über 55 °C auf. Dies entspricht der Einstufung von Heizöl. Genaueres ergibt sich aus den Herstellerangaben. Für schwer entzündliche Stoffe ist eine feuerbeständig abgetrennte Lagerung wie bei herkömmlichen Lacksystemen nicht vorgeschrieben. Wasserlösliche Lasuren weisen während der Lagerung keine Entzündungsgefahr auf.

Wasserhaltige Öle und Wachse dürfen nicht unter 4 °C gelagert werden, sie werden sonst durch den Frost zerstört.

Aufgrund ihrer relativ geringen Wassergefährdung bedürfen sie bezüglich der Lagerung keines erhöhten Sicherheitsaufwandes.

Eine besondere **Brandgefahr** geht allerdings von den Lappen aus, die zur Verarbeitung der Materialien benötigt werden. Sie können sich selbständig entzünden. **Die Lappen sollten deshalb entweder offen ausgelüftet oder in einem Wassereimer sicher vor einer Selbstentzündung aufbewahrt werden**.

Lasuren

Lasuren sind diffusionsoffener als Lacke und haben bessere elastische Eigenschaften. Sie werden deshalb vor allem zum **Beschichten von Fenstern, Haustüren und anderen Außenbauteilen** eingesetzt. Lasuren dienen vor allem dazu, die Bauteile vor der **Witterung zu schützen** und das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Dies verbessert den **Schutz der Bauteile vor einem Pilzbefall**. Daneben können die Bauteile mit Lasuren **farbig gestaltet** werden. Die **UV-Stabilität** wird deutlich verbessert.

Auch im **Innenbereich** lässt sich mit Lasuren eine farbgebende Beschichtung auf Schränke und Verkleidungen einfach aufbringen.

Während **Dünnschichtlasuren** die Holzmaserung noch gut erkennen lassen, wird mit **Dickschichtlasuren** eine deckende Farbschicht erzeugt.

Herstellung

Der weitaus überwiegende Teil der Lasuren ist heute auf Wasserbasis verfügbar. Teilweise werden sie mit dem **RAL-Umweltzeichen für schadstoffarme Lacke** ausgezeichnet.

Die Bindemittel bestehen aus Acrylaten oder Polymerharzen. Diese werden mit Glykolen als Lösemittel im Wasser stabilisiert. Bei biologischen Herstellern basieren die Lasuren zumeist auf Leinöl als Bindemittel. Einige dieser Hersteller bieten Lasuren inzwischen auch auf Wasserbasis an. Dabei werden Tenside aus Raps-, Rizinusöl, Zucker oder Kasein eingesetzt, um die öligen Bestandteile im Wasser aufzulösen.

Verarbeitung

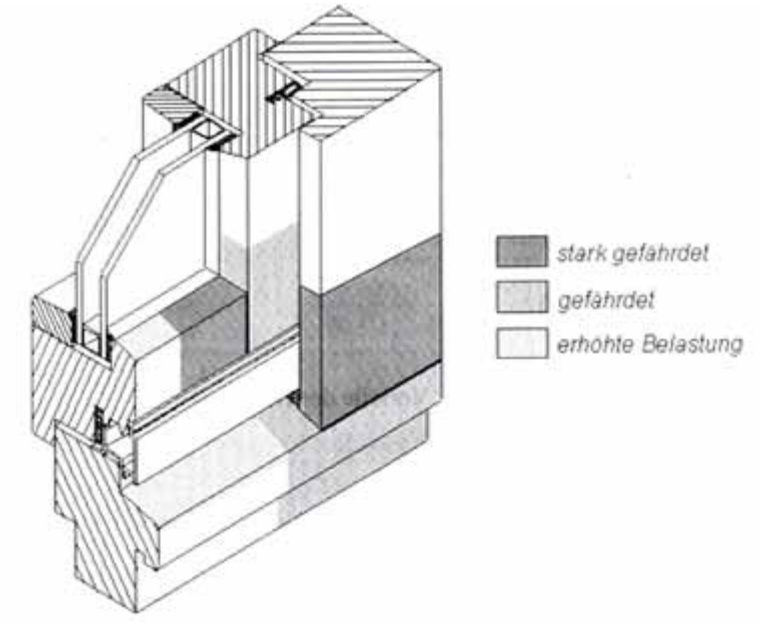
Die Beschichtung von Holzfenstern und Holzhaustüren stellt den weitaus wichtigsten Bereich der Beschichtungen mit Lasuren dar. Sofern dabei Fichte oder Kiefer als Holzarten eingesetzt werden, ist nach den Vorgaben der DIN 68800-3 eine bläueschutzhaltige Imprägnierung erforderlich. Da diese Fenster häufig auch mit hellen Farbtönen beschichtet werden, würden sich die verblauten Holzteile sehr deutlich abzeichnen. Der Bläuepilz hat aber ausschließlich eine Farbveränderung zur Folge. Die Festigkeit des Holzes wird dadurch nicht beeinflusst.

Typischerweise werden die Fenster zunächst getaucht oder geflutet. Danach erfolgen zwei Anstriche. Der zweite Anstrich kann auch im eingebauten Zustand nachträglich durch einen Maler erfolgen.

Um eine ausreichende Schichtdicke zu erreichen, müssen **alle Kanten mindestens mit 2 mm Radius abgerundet** werden. Ansonsten kann die Lasur in diesen Bereichen keinen ausreichenden Witterungsschutz sicherstellen und blättert ab.

Insbesondere der Bereich der unteren Fenster- und Rahmenverbindung ist besonders gefährdet. Hier kann am ehesten Feuchtigkeit eindringen und zu Holzschäden führen. In diesem Bereich ist es besonders wichtig, eine ausreichende Schichtdicke sicherzustellen.

Bild: Gefährdeter Eckbereich beim Fenster



Quelle: VFF Merkblatt HO.01, September 2001

Die Qualität der Beschichtung kann nur durch eine ausreichende Schichtdicke gewährleist werden. Zu dünne Schichten verwittern zu schnell und können frühzeitig zu Holzschäden führen. Die **Mindesttrockenschichtdicken** betragen:

- 80 µm bei lasierender Beschichtung
- 100 µm bei deckender Beschichtung

Nach dem aktuellen Stand der Technik kann mit **farblosen oder gering pigmentierte Lasuren kein ausreichender UV-Schutz** gewährleistet werden.

Entsprechend der Bewitterung und Art des Anstrichs können folgende Empfehlungen für die **Renovierungsintervalle** gegeben werden:

Bild: Empfehlungen Renovierungsintervalle für Fenster und Haustüren

Oberflächenschutz		Lasierender Anstrich		Deckender Anstrich	
Holzarten		Nadelhölzer [1])	Laubhölzer	Nadelhölzer [1])	Laubhölzer
Beanspruchung	Farbton				
indirekte Bewitterung	ohne Einschränkung	6 Jahre	6 Jahre und mehr	6 Jahre und mehr	6 Jahre und mehr
normale direkte Bewitterung	Hell	nicht geeignet	nicht geeignet	5 Jahre	6 Jahre
	Mittel	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre
	Dunkel	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre
extreme direkte Bewitterung	Hell	nicht geeignet	nicht geeignet	5 Jahre	6 Jahre
	Mittel	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre
	Dunkel	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre

Quelle: VFF Merkblatt HO.01, September 2001

Bei systematischer Pflege werden von einigen Herstellern auch Gewährleistungen von bis zu 10 Jahren für die Beschichtung auf Holzfenstern gegeben. Häufig sind erforderliche Renovierungen beim Holzfenster ein Argument der Kunden gegen deren Kauf. Umso wichtiger ist es, **durch eine optimale Verarbeitung eine ausreichende Beschichtungsqualität sicherzustellen, um die Renovierungsintervalle möglichst lange halten zu können.**

Gesundheitliche Risiken

Bei wasserlöslichen Lasuren fehlt der Geruch als Warnhinweis für mögliche Gefährdungen. Die enthaltenen Bindemittel und Lösemittel sind aber keinesfalls ungefährlich. **Sie sollten nur bei ausreichender Absaugung aufgetragen werden. Eine ausreichende persönliche Schutzausrüstung durch Atemmasken und Hautschutz ist ebenfalls erforderlich.**

Bei lasierenden Anstrichen auf Lösemittelbasis weisen die eingesetzten Lösungsmittel auf der Basis von Terpentinöl relativ niedrige MAK-Werte auf. Die verwendeten Bindemittel können zudem allergisierend wirken. Deshalb sollten auch **biologische Lasuren auf Lösemittelbasis nur in Oberflächenbereichen mit Absauganlagen verarbeitet** werden.

Beim Abschleifen alter Oberflächen, die mit biologischen Lasuren auf Lösemittelbasis behandelt worden sind, belasten die verwendeten Kobalt-Trockenstoffe als Staub die Atemorgane. Sie sind als krebsverdächtig eingestuft. **Deshalb sollte ein Abschleifen von Oberflächen generell nur mit einer ausreichenden Absaugung vorgenommen werden.**

Lagerung

Wasserlösliche Lasuren weisen während der Lagerung keine Entzündungsgefahr auf. Sie müssen deshalb nicht in feuerbeständig abgetrennten Bereichen gelagert werden.

Wasserhaltige Lasuren dürfen nicht unter 4 °C gelagert werden, sie werden sonst durch den Frost zerstört. Deshalb die Gebinde nicht auf dem Boden, sondern in geeigneten Regalen lagern.

Wasserlösliche Lasuren weisen eine geringe Wassergefährdung auf. Im Normalfall werden sie der Gefährdungsklasse 1 zugeordnet. Ein unmittelbares Eindringen von Resten in die Kanalisation oder den Untergrund muss gleichwohl verhindert werden. **Die Lagerung sollte deshalb in ausreichend abgedichteten Bereichen erfolgen, um im Falle des Auslaufens eines Gebindes eine Verunreinigung des Grundwassers sicher ausschließen zu können**.

Lösemittelhaltige Lasuren sind zumeist nur **schwer entzündlich**, d.h. sie weisen einen **Flammpunkt** von über 55 °C auf. Dies entspricht der Einstufung von Heizöl. Genaueres ergibt sich aus den Herstellerangaben. Für schwer entzündliche Stoffe ist eine feuerbeständig abgetrennte Lagerung wie bei herkömmlichen Lacksystemen nicht vorgeschrieben.

Beizen

Beizen sind der eigentlichen Beschichtung vorgelagert und dienen ausschließlich der Farbgebung der Holzoberfläche. Der Oberflächenschutz wird durch den anschließenden Decklack ermöglicht.

Während früher mit Beizen chemische Farbreaktionen im Holz erzeugt wurden, werden heute fast ausschließlich nur noch Farbbeizen eingesetzt.

Herstellung

Lösemittelbeizen

Lösemittelbeizen bestehen zu 95 % aus organischen Lösemitteln. Der Festkörpergehalt ist entsprechend gering. Es werden organische Lösemittel oder Spiritus eingesetzt.

Wasserbeizen

Auch bei Wasserbeizen beträgt der Festkörperanteil nur ca. 5 %. Das Lösemittel besteht allerdings vollständig aus Wasser. Die Farbpartikel sind im Wasser gelöst. Sie gelangen mit dem Wasser in die oberste Holzschicht und färben diese ein. Die Farbgebung ist sehr intensiv.

Hydrocolorbeizen basieren ebenfalls ausschließlich auf Wasser. Die verwendeten Farbpigmente sind aber nicht im Wasser gelöst, sondern liegen in fein verteilter Form vor. Sie decken die Holzstruktur ab und erreichen nicht die Brillanz von wässrigen Farbstoffbeizen.

Verarbeitung

Lösemittelbeizen haben eine recht kurze Trockenzeit und rauen die Holzoberfläche nicht auf. Sie sind relativ problemlos mit Wasserlack überlackierbar. Sie lösen nicht die holzeigenen Farbstoffe an. Ein Ausbluten von Farbstoffen durch den Decklack wird dadurch vermieden.

Wässrige Farbstoffbeizen sind sehr beständig gegen Säuren und Laugen, rauen aber die Holzoberfläche auf. **Beim Einsatz von Wasserlacken kann es zu einem Ausbluten der Farbstoffe kommen.** Diese werden durch den Lack herausgelöst. Dieses Problem lässt sich mit **Hydrocolorbeizen** weitestgehend vermieden, da die dort verwendeten Farbpigmente durch den Wasserlack nicht angelöst werden.

Vorsicht bleibt dennoch bei weißen Hydrocolorbeizen geboten. Sie können mit gerbstoffreichen Hölzern wie Eiche reagieren und die Farbstoffe bluten aus. Bei dunkleren Farbtönen tritt dieses Problem zwar ebenso auf, wird aber optisch nicht sichtbar.

Generell ist zu empfehlen, Beizmuster zu erstellen. Der jeweilige Beizton ist stark abhängig von dem jeweils verwendeten Holz, seiner Struktur und Maserung sowie der konkreten Verarbeitungstechnik. Durch die Beizmuster kann der Ton kontrolliert werden.

Gesundheitliche Risiken

Die hohen Lösemittelgehalte von Lösemittelbeizen belasten die Umwelt wie auch die **Gesundheit des Verarbeiters**. Sie sollten ausschließlich in abgesaugten Oberflächenbereichen mit ausreichend persönlicher Schutzausrüstung verarbeitet werden.

Die Verarbeitung von Wasser- bzw. Hydrocolorbeizen ist gesundheitlich weit weniger problematisch, da Wasser als Lösemittel die Umwelt nicht belastet. Bei der Verarbeitung ist gleichwohl auf einen ausreichenden Hautschutz zu achten.

Nach der Verarbeitung werden die Beizen mit einem Decklack versehen. Die Beize selbst hat keinen Einfluss auf spätere Emissionen im Gebrauchszustand.

Lagerung

Lösemittelbeizen sind leicht entzündlich. Sie weisen einen **Flammpunkt** von weniger als 21 °C auf. Sie müssen in **feuerbeständig** abgetrennten Bereichen gelagert werden.

Wasserbeizen bzw. Hydrocolorbeizen weisen hingegen **keine Brandgefährdung** auf. An ihre Lagerung sind keine zusätzlichen Sicherheitsanforderungen zu stellen.

Pulverlacke

Pulverlacke sind eine noch sehr junge Entwicklung in der Beschichtungstechnik von Holzprodukten. Während sie in der Metallbeschichtung inzwischen weit verbreitet sind, stehen sie in der Holzverarbeitung noch am Anfang. Mittlerweile sind einige Hersteller von pulverlackierten Möbeln auf dem Markt. Für das Schreinerhandwerk wird es allerdings auf absehbare Zeit keine eigene Anwendung darstellen, da der verfahrenstechnische Aufwand und die damit verbundenen Kosten doch sehr hoch sind. Aber zukünftig dürften pulverbeschichtete Zukaufteile im Handwerk verstärkt an Bedeutung gewinnen.

Die wesentlichen **Vorteile der Pulvertechnik** lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Sie sind lösemittelfrei und damit keine Emissionen an organischen Lösemitteln.
- Sie bestehen zu 100 % aus Feststoff.
- Entstehendes Overspray ist einfach zu recyceln und für weitere Beschichtung wieder einsetzbar.
- Die Beschichtung von beliebig geformten Objekten ist möglich.
- Generell erfolgt die gesamte Beschichtung nur in einem Arbeitsgang einschließlich der Kanten und Profile.
- Die Durchlaufzeiten für die Beschichtung und anschließende Aushärtung sind sehr kurz.

Herstellung

Zur Herstellung von Pulverlacken werden Harzgranulate mit Pigmenten und Zuschlagstoffen im Trockenmischer vermengt, in Extrudern geschmolzen, feinst dispergiert und nach Abkühlung durch Spezialmühlen in Korngrößen von 20 –50 µ zerkleinert und gesiebt. Im Allgemeinen **setzen sich die Pulverlacke zusammen** aus:

- Bindemittel (Harz, Härter, Beschleuniger)
- Pigmenten und Farbstoffen
- Füllstoffen (Extender)
- Hilfsstoffe

Die verwendeten **Bindemittel** unterscheiden sich in:

- Thermoplast – Bindemittel
- Duroplast – Bindemittel
- Epoxide
- Polymere
- Polyester
- Aromatische Glycidylester

Die Oberflächen von pulverbeschichteten Flächen **entsprechen im Hinblick auf die Chemikalienbeständigkeit, Kratzfestigkeit und Härte herkömmlich PUR-lackierten Flächen**. Abschließende Werte nach Norm sind noch nicht verfügbar. Gewisse Schwächen sind bei der Einwirkung von starken Lösemitteln wie Aceton festzustellen. Diese können die Oberfläche anlösen.

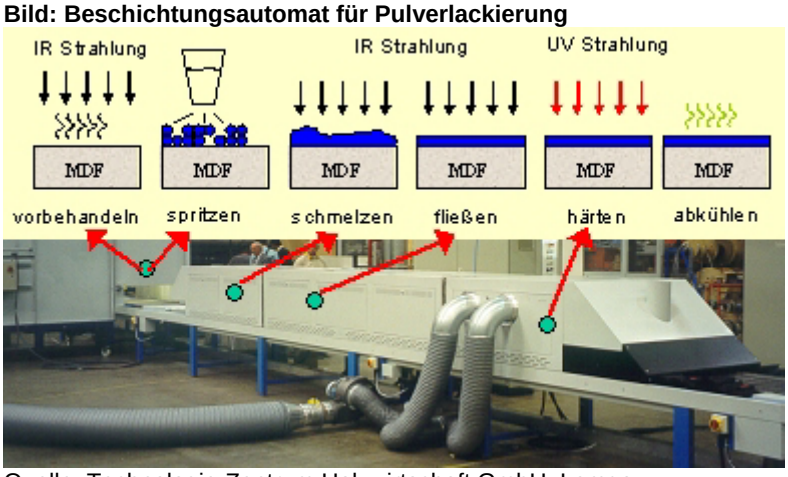
Verarbeitung

Pulverlacke sind Beschichtungsmaterialien, die nach dem Auftrag auf die zu lackierende Fläche durch Wärmeeinwirkung geschmolzen oder chemisch vernetzt werden. Sie ergeben dadurch geschlossene, gut haftende Überzüge. Eingesetzt werden meist 2 Harze unterschiedlicher Funktionalität, die beim späteren Einbrennvorgang schmelzen, miteinander reagieren und nach der Abkühlung eine sehr widerstandsfähige Beschichtung ergeben.

Bei der Pulverlackierung muss das zu beschichtende **Material elektrisch leitend sein** und eine **ausreichende Temperaturbeständigkeit** aufweisen. Massivholz ist aufgrund seiner Holzinhaltsstoffe nur begrenz geeignet. Denn Lignin, Zellulose, Harze und Fette können je nach Anteil im Holz den Aushärtungsprozess erschweren, die Oberflächenstruktur verändern und zu Blasenbildung führen. Die bisher durchgeführten Beschichtungen wurden deshalb **ausschließlich auf MDF-Platten** durchgeführt. Den Platten werden Hilfsstoffe beigefügt, die sie besonders leitfähig machen.

Das Pulver wird bei der Verarbeitung elektrostatisch aufgeladen und haftet so an den Werkstücken. Der Auftrag kann mit einer Handpistole oder in einem Beschichtungsautomat erfolgen.

Bild: Beschichtungsautomat für Pulverlackierung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH, Lemgo

Die Darstellung verdeutlicht die wesentlichen **Ablaufschritte**:

1. Thermische Vorbehandlung des Werkstücks
2. Aufbringen des Pulverlackes
3. Schmelzen und Verfließen der Pulverpartikel zu einem geschlossenen Lackfilm
4. Aushärten durch UV-Strahlung oder thermische Nachbehandlung
5. Abkühlen der Werkstücke

Für die Verarbeitung werden thermische härtende oder UV-härtende Pulver eingesetzt. **Thermische Härtende Pulver** zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Schmelzen bei 100 - 130 °C
- Härten 120 - 160 °C
- Durchlaufzeit 10 - 30 Minuten

Demgegenüber können **UV-härtende Pulver** unter deutlich günstigeren Bedingungen verarbeitet werden:

- Schmelzen schon bei weniger als 100 °C
- Härtungstemperatur weniger als 140 °C
- Durchlaufgeschwindigkeit bis zu 0,5 m/s

Umwelttechnisch gesehen ist der erhebliche Energieaufwand ein wichtiger Nachteil. Die äußerst effektive schnelle Verarbeitungsweise mit ihren geringen Umweltbelastungen durch die völlige Lösemittelfreiheit kann dies aber durchaus kompensieren.

Pulvergehärtete Oberflächen weisen vergleichbare Eigenschaften auf wie herkömmliche PUR-Beschichtungen. Aus den bisher verfügbaren Prüfergebnissen ergibt sich allerdings bei dem starken Lösemittel Aceton eine besondere Schwäche bei pulverlackierten Oberflächen.

Abbeizer

Abbeizer werden zum **Entfernen alter Lackschichten** eingesetzt. Damit können alte Schränke und Einrichtungen restauriert oder alte Möbel aufgearbeitet werden, um sie neu zu lackieren.

Für das Entlacken einzelner kleiner Möbel und Stühle werden lösemittelhaltige Abbeizer verwendet. Größere Schränke und Einrichtungen werden besser in Behältern mit Laugen bearbeitet. Hierfür haben sich Spezialbetriebe mit besonderen Einrichtungen etabliert.

Herstellung

Herkömmliche lösemittelhaltige Abbeizer enthalten chlororganische Mittel (**Dichlormethan**), die in **aromatischen Kohlenwasserstoffen** gelöst werden. Als Verdickungsmittel wird Metyhlzellulose eingesetzt.

Chlorfreie Mittel basieren auf Ameisensäure oder Aceton in Verbindung mit weiteren Lösemitteln wie Alkoholen und Acetaten.

Verarbeitung

Chlororganische Mittel werden vor allem für das Entfernen von 2-Komponenten-Lacken verwendet. Chlorfreie Mittel zeigen nicht dieselbe Wirksamkeit, um die Lacke anzulösen. Die Abbeizer werden mit einem Pinsel aufgetragen. Nach einer gewissen Einwirkungszeit löst sich der Lack auf und wird mit Spachteln abgeschabt.

Gesundheitliche Risiken

Da chlorhaltige Abbeizer im Einkauf deutlich preiswerter als chlorfreie Mittel sind, werden diese in der Praxis überwiegend eingesetzt. Die enthaltenen Stoffe sind sehr leicht flüchtig. Das **Dichlormethan** steht im **Verdacht krebserzeugend zu wirken** und wird als **gesundheitsschädlich** eingestuft.

Chlorfreie Mittel sind mit ihren organischen Lösemitteln ebenfalls **gesundheitlich belastend**. Die Risiken werden aber deutlich geringer eingestuft als bei chlorhaltigen Mitteln. In jedem Fall sind **Abbeizer nur in Spritzräumen mit ausreichender Absauganlage zu verarbeiten**. Die Mitarbeiter müssen über die besonderen Risiken ausreichend **unterwiesen** werden und über ausreichende Schutzausrüstung in Form von Atemmasken und Hautschutz verfügen.

Chlororganische Mittel können nur mit einem sehr hohen Aufwand auf der Baustelle eingesetzt werden. Der Mitarbeiter benötigt dazu Handschuhe aus Fluorkautschuk, einen Schutzanzug und eine komplett abgesaugte Atemmaske. Die Einsatzzeit ist auf maximal 2 Stunden begrenzt.

Bild: Schutzmaßnahmen für den Einsatz von Chlorhaltigen Abbeizer auf der Baustelle

Quelle: Bau-Berufsgenossenschaft www.hvbg.de

Die Berufsgenossenschaften engagieren sich für ein vollständiges Verwendungsverbot chlorhaltiger Abbeizmittel. **Insofern sollte auf deren Einsatz zugunsten chlorfreier Mittel verzichtet werden.**

Generell ist es empfehlenswert, **Abbeizarbeiten nur in einem Spezialbetrieb** durchführen zu lassen. Das Abbeizen in den Bädern erfolgt in geschlossenen Kreisläufen, eine Gefährdung der Umwelt wie auch der Mitarbeiter wird dadurch ausgeschlossen. Die Abfälle können gezielt aufbereitet werden, es entsteht nur wenig **Sonderabfall.**

Dabei sollten aber nur erfahrene Betriebe ausgewählt werden, denn vielfach werden die guten Möbelstücke auch "kaputt gelaugt". **Wenn die Verleimung der Eckverbindungen beim entfernen der Lackschichten zerstört wird, kann der Schrank nur mit viel Mehraufwand aufgearbeitet werden.**

Lagerung

Chlorfreie Abbeizer sind leicht entzündlich. Sie weisen einen **Flammpunkt** von weniger als 21 °C auf und müssen deshalb in **feuerbeständig** abgetrennten Bereichen gelagert werden.

Chlorhaltige Abbeizmittel sind aufgrund des Chlorgehaltes nur schwer entflammbar. Da sie aber eine mittlere Wassergefährdung aufweisen (Wassergefährdungsklasse 2) sollten sie unbedingt **in einem ausreichend abgedichteten Raum gelagert** werden. Auslaufende Reste dürfen nicht ins Erdreich oder Grundwasser gelangen.

Durch das Abbeizen entstehen erhebliche Mengen an Sonderabfällen, die organische Lösemittel oder gefährliche Stoffe enthalten. Weitere Hinweise zur deren Entsorgung finden sich auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Sonderabfälle.

Kunststoffe

Kunststoff ist ein wichtiges Material für die Herstellung der Produkte im Schreinerbetrieb. Der Werkstoff kommt dabei in ganz unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz:

- **Profilwerkstoff** für Fenster
- **Beschichtung** von Plattenmaterialien
- **Kantenmaterialien**
- **Beschläge**
- **Verkleidungen**
- **Dichtungen**

Kunststoffe können den Anwendungsbereich wie auch das Erscheinungsbild von Holzprodukten deutlich erweitern im Hinblick auf die:

- Farbgebung
- Oberflächeneffekte
- Verbesserung der Festigkeit und Härte
- Stoßdämpfung von harten Kanten

Häufig ist Kunststoff die **preiswertere Variante** gegenüber den Alternativen aus Massivholz.

PVC, PP (Polypropylen) oder ABS bestehen vollständig aus **petrochemischen Grundstoffen**, deren **Verfügbarkeit begrenzt** ist. HPL und Linoleum basieren dagegen auf nachwachsenden Rohstoffen. Mineralstoffgebundene Platten werden aus mineralischen Grundstoffen hergestellt. Sie erhalten aber alle ihre wesentlichen Eigenschaften durch die Verarbeitung mit speziellen Kunststoffharzen.

PVC

Polyvinylchlorid (PVC) ist im Baubereich ein sehr verbreiteter Werkstoff. Tapeten, Bodenbeläge, Rohre und Profile werden überwiegend aus PVC gefertigt. Für das Schreinerhandwerk hat PVC vor allem als Profilwerkstoff im Fensterbau eine wichtige Bedeutung. Im Innenausbau werden häufig PVC-Kanten verwendet. Flächige Beschichtungen und Folien haben hingegen keine Bedeutung. In der Möbelindustrie werden PVC-Folien noch in größerem Umfang eingesetzt.

PVC ist zunächst ein sehr spröder Stoff, der erst durch vielerlei **Zuschlagsstoffe** die je nach Einsatzgebiet gewünschten Eigenschaften erhält. Vor allem Weichmacher machen PVC erst elastisch. Sie werden in den Kantenmaterialien eingesetzt. Bei Fensterprofilen werden sie nicht benötigt.

Als wesentliche **Kennwerte** können genannt werden:

Dichte	1,4 g/cm³
Heizwert	ca. 18 MJ/kg
Brennbarkeit nach DIN 4102	schwer entflammbar, **Baustoffklasse B1**

Herstellung

PVC besteht aus den beiden Bestandteilen Ethylen und Chlor. Das Chlor wird aus dem Salzabbau gewonnen. Durch die Chlorproduktion entstehen etwa 9 t Quecksilber, welche in die Luft (1 t) und in die Entsorgung (8 t) gehen. Im Vergleich zu anderen Kunststoffen ist die Herstellung von PVC mit vergleichsweise wenig Energieaufwand verbunden.

Roh-PVC ist ein spröder, wenig beständiger Stoff, dem zu etwa 2 - 5 % **Stabilisatoren** beigemischt werden, die den thermischen und photochemischen Abbau verhindern. Den Fensterprofilen wird Blei beigemischt. In jüngster Zeit haben neue Stabilisatoren auf der Basis von Calcium/Zink Eingang in die Herstellung gefunden. Sie weisen gegenüber Blei eine geringere Giftigkeit auf.

Bei Kantenmaterialien werden **Weichmacher** benötigt, um das PVC bearbeiten zu können. Dabei spielen die so genannten Phthalate (DEHP) eine herausragende Rolle. In Kantenmaterialien beträgt der Anteil an Weichmachern etwa 5 %. Daneben werden für die PVC-Verarbeitung noch eine Vielzahl anderer Hilfs- und Zuschlagstoffe eingesetzt, welche aber gegenüber den Stabilisatoren und Weichmachern von untergeordneter umweltrelevanter Bedeutung sind.

Gesundheitliche Risiken

Während des Verschweißens von Profilen kann es zu einer gesundheitlichen Belastung kommen, es ist aber nicht zu erwarten, dass der MAK-Wert erreicht wird.

Während der Nutzungszeit sind bei Fensterprofilen keine Emissionen zu erwarten.

Das **gesundheitliche Risiko von Weichmachern** in Kantenmaterialien wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) als bedeutend beschrieben. Die Weichmacher haben hormonelle Wirkungen und werden in Verbindung mit dem Rückgang der männlichen Fruchtbarkeit in Verbindung gebracht. Insbesondere Kinder sollten vor Weichmachern geschützt werden. **Deshalb sollten Kantenmaterialien aus Weich-PVC weitestgehend durch Kanten aus ABS oder PP ersetzt werden.**

Pflege und Wartung

Fenster sind zahlreichen äußeren und inneren Einflüssen ausgesetzt. Vor allem ist die Sonne Verursacher von Verfärbungen. Farbige Kunststofffenster können durch das UV-Licht verblassen, weiße Fenster können vergilben. Beschleunigt wird **der Verfärbungsprozess durch verschmutzte Fensterrahmen**. Der Staub brennt sich regelrecht in den Kunststoff hinein. Im Innern des Gebäudes setzen sich Rauch und Küchendämpfe auf die Profilflächen. Deshalb sollten **Kunststoff-Fensterprofile regelmäßig mit normalen Reinigungsmitteln gesäubert** werden. Scheuernde Mittel sind zu vermeiden, sie führen zu Oberflächenschäden.

Der **Einsatz von Benzin, Verdünnung**, Essigsäure, Nagellackentferner und ähnlichen Mitteln führt zum Anlösen der Oberfläche und der Dichtungen. Deshalb sind sie grundsätzlich **nicht zur Reinigung von PVC-Oberflächen geeignet!**

Das Kunststoff-Profilmaterial neigt zur **elektrostatischen Aufladung**. Dadurch wird Staub angezogen und das Profil verschmutzt. Durch den Einsatz spezieller antistatischer Pflegemittel wird die Anhaftung von Staub verringert.

Entsorgung

Eine direkte Verwertung von Profilresten aus der Fertigung ist ohne Probleme über den Hersteller möglich. Sie wird in der Regel auch vergütet.

Auch die **stoffliche Verwertung von Alt-PVC-Fenstern ist heute gut gelöst**. In erheblichem Umfang wird heute Alt-PVC in die Fertigung neuer PVC-Profile zurückgeführt, ohne dass es dabei zu Qualitätseinbußen kommt. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Baustellenabfälle >Kunststofffenster.

Für Verbundmaterialien aus PVC wie Kantenmaterial ist eine stoffliche Verwertung aufgrund der Werkstoffmischung nicht möglich.

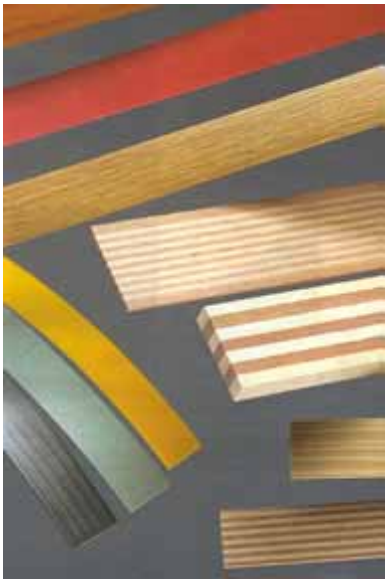
Eine **energetische Verwertung von PVC** stößt auf **erhebliche Schwierigkeiten**. PVC stellt eine wichtige Chloreintragsquelle in den Verbrennungsprozess dar und trägt somit zur Bildung von Salzsäuren und Dioxinen bei. Es ist deshalb als Brennstoff nur in Müllverbrennungsanlagen zugelassen. Zudem werden durch PVC zusätzliche Schwermetalle in den Verbrennungsprozess eingebracht, welche zu Entsorgungsproblemen der Aschen und Filterstäube führen.

Kantenmaterialien in Verbindung mit Holzwerkstoffresten müssen deshalb separat erfasst werden. Sie dürfen nicht in herkömmlichen Kleinfeuerungsanlagen thermisch verwertet werden!

Die mit PVC-Kanten beschichteten Möbel können später nur erschwert entsorgt werden. Auch deshalb sollte auf deren Einsatz so weit wie möglich verzichtet werden.

Als organisches Material darf PVC zukünftig nicht mehr deponiert werden, da sich langfristig die eingebrachten Schwermetallstabilisatoren und die Weichmacher herauslösen und ins Grundwasser gelangen können.

ABS



Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) ist ein relativ neuer Werkstoff für die Verarbeitung im Schreinerhandwerk. ABS ist als Ersatzstoff für PVC-Kanten im Einsatz. Inzwischen werden weitestgehend alle bekannten Dekore auch in ABS-Qualität angeboten.

Die Eigenschaften von ABS-Kanten entsprechen weitestgehend denen von PVC-Kanten. Für ABS können folgende **Kennwerte** genannt werden:

Dichte	1,0 - 1,1 g/cm³
Heizwert	ca. 39 MJ/kg
Brennbarkeit nach DIN 4102	normal entflammbar, **Baustoffklasse B2**

Herstellung

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) besteht aus den Ausgangsstoffen Polybutadien, einem synthetischen Kautschuk, Acrylnitril sowie Styrol. Es weist ähnliche Eigenschaften wie PVC auf, ist aber von sich aus wesentlich witterungsbeständiger, sodass ihm keine Stabilisatoren beigemischt werden müssen.

Durch den Butadien-Anteil können die Verarbeitungseigenschaften so beeinflusst werden, dass keine Weichmacherzusätze erforderlich sind.

Verarbeitung

ABS-Kanten lassen sich mit einem Ziehklingenaggregat genauso verarbeiten wie herkömmliche PVC-Kanten.

Hinweise für die Verarbeitung und mögliche Anwendungsprobleme (pdf, 41 KB)

Bei engen Außenradien (kleiner 25 mm) kann es zu Weißbruch der Kanten kommen. Die Kante bricht dann auf und weiße Riefen kommen zum Vorschein.

Gesundheitliche Auswirkungen

Bei der Verarbeitung der Kanten werden die gesundheitlichen Auswirkungen vom eingesetzten Kantenklebstoff bestimmt. In der Anwendungsphase ist kein Ausgasen gesundheitsrelevanter Stoffe zu erwarten, da Weichmacher in den ABS-Kanten nicht vorhanden sind.

Pflege

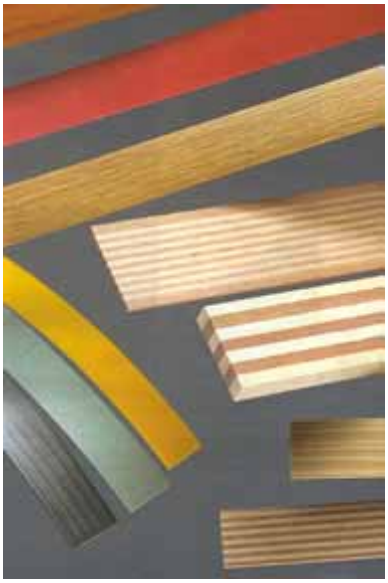
Für die Pflege werden besondere Kunststoffreiniger empfohlen. **Stark lösungsmittelhaltige Substanzen wie Nagellackentferner, Nitroverdünnung und ähnliches greifen die Oberfläche an.**

Entsorgung

Eine stoffliche Verwertung von Kantenresten ist nicht möglich, da diese normalerweise mit Klebstoffen verunreinigt ist.

Eine thermische Verwertung ist grundsätzlich aufgrund des hohen Heizwertes gut möglich. Verschiedene Gutachten belegen, dass damit keine relevante Erhöhung von Schadstoffen zu erwarten ist. Werkstücke mit ABS-Kanten entsprechen der Brennstoffgruppe 6 der **1. BImSchV** und können in **Holzfeuerungsanlagen** mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW entsorgt werden.

Polypropylen PP



Poly-Propylen (PP) ist ein sehr neutraler Kunststoff. Er wird im Schreinerhandwerk als Ersatzstoff für PVC-Kanten eingesetzt. Die Auswahl an Dekoren ist aber bislang noch deutlich eingeschränkter als bei ABS- bzw. PVC-Kanten.

Die Eigenschaften von PP-Kanten entsprechen weitestgehend denen von PVC-Kanten. Für PP können folgende **Kennwerte** genannt werden:

Dichte	0,9 - 1,0 g/cm³
Heizwert	ca. 44 MJ/kg
Brennbarkeit nach DIN 4102	normal entflammbar, **Baustoffklasse B2**

Herstellung

Polypropylen (PP) wird vollständig aus Erdöl hergestellt. PP weist wie ABS von sich aus schon günstige mechanische Eigenschaften auf und hat eine gute Beständigkeit gegenüber Säuren und Lösungsmitteln. Es bedarf deshalb keiner besonderen Zuschlagstoffe wie beim PVC.

Verarbeitung

PP-Kanten lassen sich genauso verarbeiten wie herkömmliche PVC-Kanten. Es bedarf aber abgestimmter **Einstellungen an der Kantenanleimmaschine**, um ein optimales Ergebnis zu erzielen:

- Die Bearbeitung der Kanten mit Fräsern muss generell im Gegenlauf erfolgen, bei Gleichlauf sind Qualitätseinbußen zu erwarten.
- Für eine nacharbeitsfreie Qualität wird ein Vorschub pro Zahn von 0,2 bis 0,25 mm empfohlen. Das bedeutet bei einer Drehzahl von 12.000 1/min, dass 6 Schneiden am Fräser vorhanden sein müssen, bei 18.000 1/min wären es dann 4 oder 5 Schneiden.
- Bei der Bündig- oder Radienfräsung sollte aufgrund der hohen Schmierneigung von PP der Überstand beim Zerspanen nicht mehr als 2 mm betragen.
- Die Ziehklinge muss im Winkel von 90 ° angeordnet sein. Da PP zum Weißbruch neigt, sollte der Ziehklingenspan maximal 0,1 bis 0,2 mm betragen. Durch den Weißbruch werden farbliche Unterschiede zwischen bearbeiteten und unbearbeiteten Flächen sichtbar. Bei kritischen Farben kann der Einsatz von Kugeldruckaggregaten notwendig sein.
- PP-Kanten lasen sich nur bedingt polieren. Im Durchlauf können nur die Leimreste mit Hilfe der Schwabbelscheibe entfernt werden.

Gesundheitliche Auswirkungen

Bei der Verarbeitung der Kanten werden die gesundheitlichen Auswirkungen ausschließlich vom eingesetzten Kantenklebstoff bestimmt. In der Anwendungsphase ist kein Ausgasen gesundheitsrelevanter Stoffe zu erwarten, da besondere Weichmacher in PP-Kanten nicht vorhanden sind.

Pflege

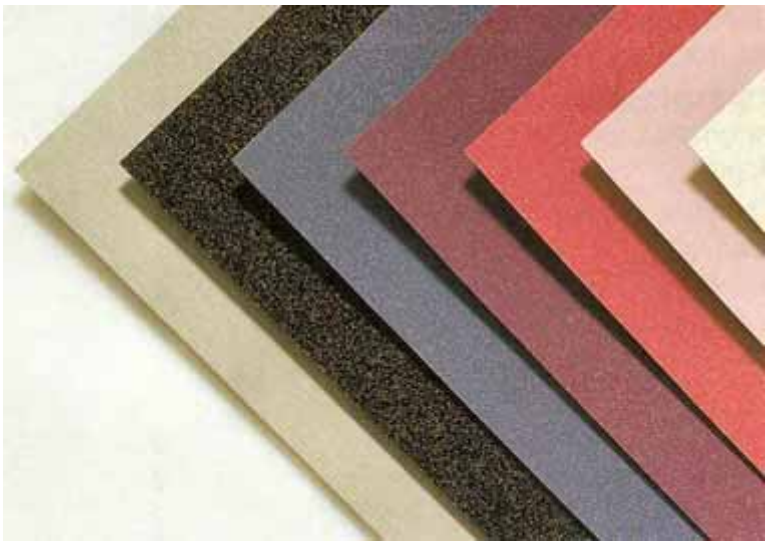
Für die Pflege werden besondere Kunststoffreiniger empfohlen. **Stark lösungsmittelhaltige Substanzen wie Nagellackentferner, Nitroverdünnung und ähnliches greifen die Oberfläche an.**

Entsorgung

Eine stoffliche Verwertung von Kantenresten ist nicht möglich, da diese normalerweise mit Klebstoffen verunreinigt sind.

Eine thermische Verwertung ist grundsätzlich aufgrund des hohen Heizwertes gut möglich. Polypropylen lässt sich recht unproblematisch verbrennen. Zusätzliche Schadstoffe sind dadurch nicht zu erwarten. Werkstücke mit PP-Kanten entsprechen der Brennstoffgruppe 6 der **1. BImSchV** und können in **Holzfeuerungsanlagen** mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW entsorgt werden.

HPL



HPL-Platten (High Pressure Laminate) werden als dünne Beschichtungsplatten wie auch als selbsttragende Verkleidungselemente angeboten. Es gibt sie in einer Fülle unterschiedlicher Farben und Strukturen. Im Vergleich zu lackierten Flächen sind sie deutlich belastbarer und beständiger gegenüber Hitze und Feuchtigkeit.

Ihre **Eigenschaften** lassen sich wie folgt beschreiben:

- Sehr hohe **Abriebfestigkeit**
- Hohe Stoß- und **Kratzfestigkeit**
- Keine elektrische Aufladung (a**ntistatisch**)
- Hohe Beständigkeit gegenüber **Feuchteeinflüssen**
- **Lebensmittelecht**
- Unempfindlich gegenüber **Chemikalien**
- **Hitzebeständigkeit** bis 250 °C

Entsprechend den Vorgaben der Norm EN 438-3 gibt es **drei Gruppen**:

Typ	Eigenschaft
S	Standardqualität für Beschichtungen
P	Zusätzlich bei bestimmter vom Hersteller anzugebender Temperatur nachformbar
F	Zusätzliche Anforderungen vorgeschriebener länderspezifischer Brandtests

Diese Gruppentypen werden mit 3 **Kennzahlen** kombiniert. Sie stehen für

- **Abriebfestigkeit**
- **Stoßfestigkeit**
- **Kratzfestigkeit**

entsprechend den Vorgaben der Norm EN 438-3:

Daneben werden entsprechend der Anwendung **die Platten mit drei Buchstaben bezeichnet**:

1. Buchstabe = H oder V für horizontale bzw. vertikale Anwendung
2. Buchstabe = G oder D für allgemeine bzw. erhöhte Beanspruchung
3. Buchstabe = S, P oder F entsprechend obiger Tabelle

Für die **Anwendung** können folgende **Empfehlungen** genannt werden:

Bild: Anwendungsempfehlungen HPL

Beanspruchbarkeit	Material-typ	Numerische Klassifizierung Kennzahlen			Äquivalente alphabetische Klassifizierung	Beispiele für typische Anwendungen
		Abriebbe-anspru-chung	Stoßbe-anspru-chung	Kratzbe-anspru-chung		
Sehr hohe Beständigkeit gegen Abriebbeanspruchung Sehr hohe Beständigkeit gegen Stoßbeanspruchung Sehr hohe Beständigkeit gegen Kratzbeanspruchung	S, F oder P	4	4	4	**HDS** (Horizontal heavy duty standard) **HDF** (Horizontal heavy duty flame-retardant) **HDP** (Horizontal heavy duty postforming)	Kassentheken, öffentliche Einrichtungen
Hohe Beständigkeit gegen Abriebbeanspruchung Hohe Beständigkeit gegen Stoßbeanspruchung Hohe Beständigkeit gegen Kratzbeanspruchung	S, F oder P	3	3	3	**HGS** (Horizontal general-purpose standard) **HGF** (Horizontal general-purpose flame-retardant) **HGP** (Horizontal general-purpose postforming)	Küchen- und Büro-arbeitsflächen, Restaurant- und Hoteltische, Tür- und Wandverkleidungen mit hoher Bean-spruchung, Innen-wände von öffent-lichen Verkehrs-mitteln
Mittlere Beständigkeit gegen Abriebbeanspruchung Mittlere Beständigkeit gegen Stoßbeanspruchung Mittlere Beständigkeit gegen Kratzbeanspruchung	S, F oder P	2	2	2	**VGS** (Vertical general-purpose standard) **VGF** (Vertical general-purpose flame-retardant) **VGP** (Vertical general-purpose postforming)	Frontelemente für Küchen-, Büro- und Badezimmermöbel, Wandverkleidungen, Deckentafeln, Regale und Möbelelemente

Quelle: In Anlehnung an die EN 438-3, Juni 2002

Daneben können folgende **Kennwerte** genannt werden:

Dichte	1,35 g/cm³
Heizwert	18 - 20 MJ/kg
Brennbarkeit nach DIN 4102	HPL-Platten des Typs P entsprechen in ihrer Entflammbarkeit der von Massivholz (B2). Der Typ F enthält zusätzliche flammhemmende Inhaltsstoffe, so dass dieser als schwer entflammbar eingestuft werden kann, dies entspricht der **Baustoffklasse B1**

Herstellung

HPL-Platten bestehen aus 3 - 4 Lagen mit Phenolharz imprägniertem Kraftpapier als eigentlichem Träger und einem darüber liegenden, melaminharzimprägnierten Dekorpapier. Sie werden bei hoher Temperatur und hohem Druck verpresst. Bei den Zellstoffbahnen handelt es sich um einen nachwachsenden Rohstoff, während die Harze aus der petrochemischen Industrie stammen. Phenolharze werden aus Benzol und Propylen gewonnen, Melamin aus Harnstoff. Die Herstellung bedingt den Umgang mit gesundheitsgefährdenden Stoffen vor allem beim Phenol und Benzol.

Die wesentlichen **Rohstoffe** für die verwendeten Dekorpapiere sind:

- gebleichter Zellstoff 55 - 95 %
- Füllstoffe 5 - 45 %
- Farbpigmente 0 - 40 %
- Hilfsstoffe 0 - 10 %

Die Herstellung ist ein sehr energieintensiver Prozess, dessen Energiebedarf aber überwiegend aus Produktionsabfällen gedeckt werden kann. Eine Untersuchung des europäischen HPL-Verbandes ergab, dass **für die Produktion von 1 m² Laminat 83 MJ (entspricht etwa 5 kg Holz) benötigt** werden.

Verarbeitung

HPL-Platten dienen der Beschichtung von Plattenwerkstoffen. Sie können aber in Dicken ab 5 mm auch als eigenständige Elemente für Verkleidungen eingesetzt werden. Es können alle im Schreinerhandwerk üblichen Arten von Klebstoff für Flächenverleimungen verwendet werden.

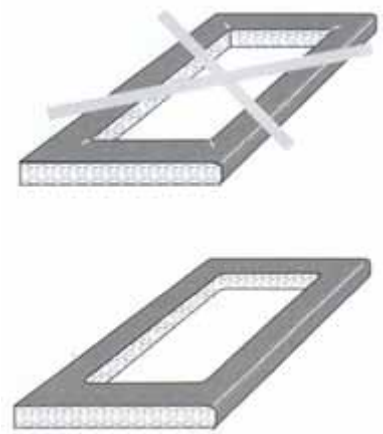
Verarbeitungsempfehlung der Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten (pdf, 546 KB)

Weiter können folgende **Hinweise und Tipps** gegeben werden:

- Die dünnen Platten sollten **nur über die Längsachse gewölbt getragen werden, um ein Durchhängen zu vermeiden**. Für den Transport der dünnen Beschichtungsplatten sollten diese mit der Dekorseite nach innen aufgerollt werden.
- Die Lagerung erfolgt Idealerweise horizontal in einem großen Regal. **Wo eine horizontale Lagerung nicht möglich ist, empfiehlt sich eine Schrägstellung im Winkel von ca. 80 ° bei ganzflächiger Abstützung und einem Gegenlager auf dem Boden, um ein Abrutschen zu verhindern. Dekorseite immer an Dekorseite lagern.**

- Grundsätzlich sollten die Holzwerkstoffplatten zur Vermeidung von Verzugserscheinungen auf **beiden Seiten beschichtet** werden. Im Einzelfall können auch spezielle Gegenzugpapiere eingesetzt werden.
- HPL-Beschichtungsplatten sind sehr spröde und hart. Bei allen Säge-, Fräs- und Bohrarbeiten muss für eine ausreichend starre Unterlage gesorgt werden, damit keine Brüche oder Ausrisse entstehen können. Um ein Einreißen in den Ecken zu vermeiden sollte bei Ausklinkungen in Platten ein **Innenradius von 6 mm** nicht unterschritten werden.

Bild: Innenaussparung

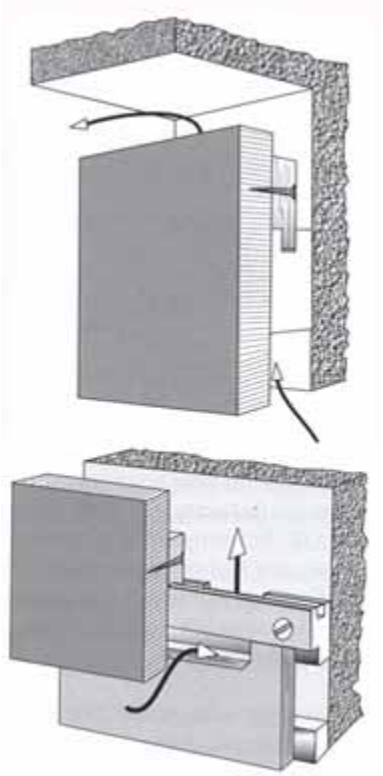


Quelle: Merkblatt Fachgruppe HPL, Blatt 12 Arbeitsplatten, 1998, S. 3

- **Schrauben** sollten nie mit den Kanten des Bohrlochs in Berührung kommen, sondern müssen nach allen Seiten Spiel haben, damit das Material bei Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen geringfügig arbeiten kann. Damit werden Rissbildungen im Bereich der Schraube vermieden.

- HPL-Platten haben eine hohe Dampfdichtheit. Wenn die Platten als Verkleidungselemente eingesetzt werden, sollte immer eine ausreichende **Hinterlüftung** sichergestellt sein.

Bild: Hinterlüftung von HPL-Verkleidungselementen



Quelle: Merkblatt Fachgruppe HPL, Blatt 21 Wandverkleidungen, 1998, S. 4

Gesundheitliche Risiken

Bei der **Verleimung der Platten** mit Harnstoffharzleim wird Formaldehyd frei, welches die Augen und Schleimhäute reizt. Weißleim belasten deutlich weniger. Näheres zum Einfluss der Klebstoffe kann im Bereich Schreiner > Materialien > Klebstoffe nachgelesen werden.

Bei der Verarbeitung der Platten entstehenden Stäube, die in einer ausreichend dimensionierten Maschinenabsaugung erfasst werden sollten.

Während der **Nutzungsdauer ist mit keiner Ausgasung zu rechnen**, da die melaminharzgetränkte Dekorfolie eine absperrende Wirkung hat und selbst kein Formaldehyd an den Raum abgibt.

Pflege und Wartung

Die HPL-Oberflächen können mit allen **im Haushalt gebräuchlichen Reinigern** gesäubert werden, mit Ausnahme von stark ätzenden, bleichenden oder scheuernden Reinigungsmitteln.

Merkblatt zur Pflege und Wartung von der Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten (pdf, 749 KB)

Entsorgung

HPL-Platten lassen sich aufgrund ihres **hohen Energiegehaltes gut thermisch entsorgen**. Die darin enthaltene Energie entstammt weitestgehend aus nachwachsenden Rohstoffen, sodass die Energiebilanz insgesamt sehr positiv beeinflusst wird. Es wird kein zusätzliches Kohlendioxid an die Umgebung abgegeben.

HPL-beschichtete Spanplatten entsprechen der Brennstoffgruppe 6 nach der **1. BImSchV**. Sie können in allen **Holzfeuerungsanlagen** mit einer **Nennwärmeleistung** von mehr als 50 kW verwertet werden.

Ein direktes stoffliches Recycling ist bislang nicht möglich. HPL-Reste können höchstens fein zermahlen als Füllstoffe genutzt werden.

Linoleum

Linoleum ist ein altbekannter Bodenbelag, der als Vorläufer der PVC-Böden sehr verbreitet ist und durch verbesserte Eigenschaften heute wieder mehr zum Einsatz kommt. Neue Fertigungstechniken und Zusatzmaterialien haben das Linoleum sehr viel beständiger und elastischer gemacht. Es neigt nicht mehr zu der früher bekannten Versprödung und hält entsprechend länger. Das aus natürlichen Rohstoffen bestehende Linoleum wird dazu mit Kunststoffharzen verändert.

Linoleumbeläge werden im Möbelbau zur Beschichtung von Schreibtischplatten oder Möbelfronten verwendet. Sie weisen folgende **Eigenschaften** auf:

- Permanent antistatisch
- Unempfindlich gegen Reibungshitze
- Beständig gegen Zigarettenglut

Folgende **Kennwerte** können Linoleum zugeordnet werden:

Dichte	1,0 - 1,1 g/cm³
Heizwert	ca. 21 MJ/kg
Brennbarkeit nach DIN 4102	schwer entflammbar, **Baustoffklasse B1**

Herstellung

Linoleum wird vorwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und besteht aus Leinöl, Kolophonium, Holz- und Korkmehl sowie aus Pigmenten. Aus dem Leinöl und Kolophonium wird unter Einfluss von Wärme und Luftsauerstoff durch Oxidation das Basismaterial Linoleumzement als Bindemittel hergestellt. Dem Linoleumzement werden die Zusatzstoffe Holzmehl, Korkmehl sowie Pigmente zugemischt und durch einen intensiven Knet- und Mischprozess zur Linoleumgrundmasse weiterverarbeitet. Diese Masse wird über große Walzen auf das Trägermaterial gepresst. In großen Trockenkammern härtet die Linoleummasse aus.

Für den Einsatz von Linoleum als Bodenbelag wird Jutegewebe verwendet. Für die Beschichtung im Möbelbau kommt stattdessen kunststoffbeschichtetes Spezialpapier zum Einsatz, damit die Kanten leichter zu bearbeiten sind. Zur Verbesserung der Beständigkeit wird die Fläche mit einem Bauschutzfilm **versiegelt**.

Verarbeitung

Linoleum wird als Rollenware geliefert und sollte stehend, trocken und frostfrei gelagert werden. Vor der Verarbeitung ist es empfehlenswert, das Material großzügig zuzuschneiden, flach auszulegen und es ein bis **zwei Tage zu akklimatisieren**.

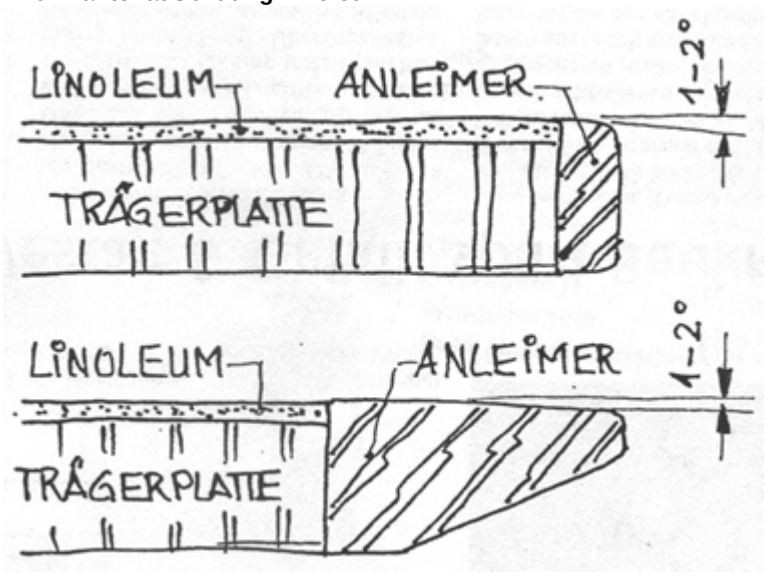
Linoleum lässt sich ähnlich wie Furnier verarbeiten und wird zumeist mit Weißleim bei geringem Anpressdruck kalt oder bei einer Temperatur von bis zu 90 °C in der Furnierpresse verleimt.

Bei der Herstellung **gebogener Flächen** sollte das Linoleum in Längsrichtung leicht angewärmt werden. Der kleinste Radius für Rundungen beträgt 40 mm. Für die Verklebung empfehlen sich Kontaktkleber. Diese sollten mit einem Zahnspachtel aufgetragen und mit einer sauberen Lammfellrolle gleichmäßig verteilt werden, um vor allem bei dünnem Linoleum ein Abzeichnen der Klebstoffrillen zu vermeiden.

Um eine hohe **Formstabilität** zu erreichen, sollte die Rückseite mit demselben Material beschichtet werden. Da Linoleum in Längs- und Querrichtung eine unterschiedliche Ausdehnung aufweist, sollte das Gegenzugmaterial auch in gleicher Richtung aufgebracht werden.

Als **Kantenausbildung** haben sich Massivholzkanten bewährt, die nach der Flächenbeschichtung aufgebracht werden und somit die Linoleumkante schützen. Beim Bündigfräsen oder -hobeln muss der Anleimer um ca. 1 - 2 ° abgeschrägt werden, um eine Beschädigung der Linoleumoberfläche zu vermeiden.

Bild: Kantenausbildung Linoleum



Quelle: bm, Ausgabe 8/2000, S. 86

Zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit ist es auch möglich, Linoleumflächen mit einem **PUR-Lack überzulackieren**.

Gesundheitliche Risiken

Die gesundheitliche Belastung geht bei der Verarbeitung eher von den Klebstoffen aus. Dabei werden alle gängigen Leime zur Furnierverklebung eingesetzt. Eine besondere Staubbelastung durch das Material ist nicht gegeben.

In der Nutzungsphase sind bislang keine besonderen gesundheitlichen Auswirkungen aufgrund der Inhaltsstoffe von Linoleum bekannt geworden. Als besonders angenehm wird die permanente Antistatik empfunden, wodurch auch die Handhabung elektronischer Geräte sicherer wird.

Linoleum besitzt **materialbedingt einen Eigengeruch**, der jedoch nicht permanent ist. Er entsteht bei der Verbindung des Luftsauerstoffs mit dem Leinöl und verschwindet nach ca. 3 - 4 Wochen bei gutem **Luftaustausch**.

Pflege und Wartung

Linoleum lässt sich leicht durch feuchtes Abwischen von Verunreinigungen säubern. Es sind **nur neutrale Reinigungsmittel** zu verwenden. Saure oder alkalische Mittel verstärken den Eigengeruch. Sie begünstigen den Abbau der Fettsäuren.

Verdünnungen lösen die Oberfläche an!

Entsorgung

Linoleum lässt sich aufgrund seines **Energiegehaltes gut thermisch entsorgen**. Die darin enthaltene Energie entstammt weitestgehend aus nachwachsenden Rohstoffen, sodass die Energiebilanz insgesamt sehr positiv beeinflusst wird. Es wird kein zusätzliches Kohlendioxid an die Umgebung abgegeben.

Linoleum-beschichtete Spanplatten entsprechen der Brennstoffgruppe 6 nach der **1. BImSchV**. Sie können von in allen **Holzfeuerungsanlagen** mit einer **Nennwärmeleistung** von mehr als 50 kW verwertet werden.

Ein direktes stoffliches Recycling ist bislang nicht möglich. Das verwendete Linoleum liegt in einer ausgeprägten Mischform vor, die eine stoffliche Wiederverwertung nicht möglich macht.

Mineralstoff-Platten

Mineralstoffplatten sind ein wichtiger Bestandteil des Leistungsspektrums im Schreinerhandwerk geworden. Da sie überwiegend aus Kunststoff bestehen, können sie mit allen herkömmlichen Werkzeugen bearbeitet werden. Optisch wirken sie aber wie Stein oder Keramik. Deshalb werden sie vorrangig im Bad-, Küchen- oder Laborbereich eingesetzt. Stöße und Verbindung sind kaum sichtbar. Alle Formen gehen ineinander über.

Sie weisen im Hinblick auf Feuchtebeständigkeit sehr gute Werte auf. Vor allem im Lebensmittelbereich wird eine hohe Hygiene erreicht. Die Produkte sind "warm" - ihre Oberfläche fühlt sich nicht so kalt an, wie die herkömmlichen Materialien aus Stein oder Keramik.

Folgende **Kennwerte** können Mineralstoff-Platten zugeordnet werden:

Dichte	1,75g/cm³
Brennbarkeit nach DIN 4102	schwer entflammbar, **Baustoffklasse B1**

Herstellung

Mineralstoffplatten werden aus Harzen, Mineralien und Pigmenten hergestellt. Als Harz kommt Acrylharz wie PMMA (Plexiglas) zum Einsatz. Die mineralische Komponente besteht aus Aluminiumhydroxid, das aus Bauxit, dem Rohstoff für Aluminium gewonnen wird. Die Farbpigmente stammen aus der Lebensmittelindustrie. Das Acrylharz reagiert mit den Mineralien zu einem Verbundwerkstoff aus. Mineralstoffplatten basieren im Wesentlichen auf den Erdölprodukten der Kunststoffindustrie.

Verarbeitung

Mineralstoffplatten können als eigene Platte verarbeitet oder als Beschichtung für andere Holzwerkstoffe eingesetzt werden. Mit gewöhnlichem Weißleim lassen sich die Mineralstoffplatten auf eine Trägerplatte (z.B. Spanplatte) kleben. **Die Platten lassen sich mit allen herkömmlichen Holzbearbeitungsmaschinen bearbeiten.**

Mineralstoffplatten können **abhängig von der Plattendicke mit einem Radius von bis zu 25 mm gebogen werden**. Dazu müssen sie erhitzt werden, was in der Furnierpresse geschehen kann. Die erforderliche Temperatur ist abhängig von dem gewünschten Radius, mit dem das Material gebogen

werden soll. Am Besten wird der Mineralstoff in einer Pressform geformt. Hierbei werden die Spannungen gering gehalten und die Biegewirkung optimiert.

Werden zwei Teile miteinander verklebt, ist nach dem Schleifen kein Übergang mehr zu sehen. Dadurch können sehr komplexe Formen, wie sie z.B. im Bootsausbau erforderlich sind, fugenlos erstellt werden. Beginnend mit einer Körnung von 80 wird das Material stufenweise bis zur Körnung 180 - 220 geschliffen. Bei einigen Typen ist es erforderlich bis zur Körnung 400 zu schleifen. Anschließend wird die Oberfläche mit einem Vlies, Politur und Schwabbel poliert.

Die fertigen Platten werden mit der Unterkonstruktion mit Silikon verklebt. Eine Verschraubung darf nicht erfolgen, da sich dort Risse bilden würden. Der Mineralstoff muss sich entsprechend den Wärmeänderungen ausdehnen und zusammenziehen können.

Um das Ausdehnungsverhalten der Platten aufzufangen, sind rund um die Platten Dehnungsfugen zu den umgebenden Wänden vorzusehen. Die mindestens 3 mm große Fuge kann mit Silikon abgedichtet werden.

Gesundheitliche Auswirkungen

Bei der Verklebung von Platten aus Mineralstoffen werden durch den Klebstoff giftige Dämpfe freigegeben. Auf ausreichende Belüftung des Arbeitsplatzes ist zu achten.

Das Schleifen der Platten ist staubintensiv. Der feine Staub setzt sich überall ab und kann eingeatmet werden. Es sollte von daher beim Schleifen immer eine Atemmaske getragen werden. Bei der sägenden und fräsenden Verarbeitung ist das tragen einer **Schutzbrille** sinnvoll.

Pflege

Obwohl die Oberfläche wie Stein aussieht, ist sie **nicht schnittfest**. Beim Schneiden immer eine Unterlage verwenden. **Heiße Töpfe können Verfärbungen erzeugen.** Deshalb sollten diese nie direkt auf der Mineralstoffplatte abgesetzt werden.

Durch die fugenlose Verarbeitung ist die Reinigung sehr einfach. Die Oberflächen können hygienisch sauber gehalten werden. **Für die Reinigung dürfen keine scheuernden Mittel verwendet werden!**

Mineralwerkstoffe sind relativ kratzempfindlich. Scharfe Gegenstände, Ecken und Kanten verursachen leicht unschöne Kratzer. **Entstandene Kratzer können mit einem Scheuerpad ausgeschliffen werden.** Anschließend reinigt man die bearbeitete Stelle gründlich mit Wasser. Wenn die übrige Fläche einen etwas höheren Glanzgrad hat, kann mit ein wenig geschmacksneutralem Salatöl nachgeholfen werden.

Entsorgung

Eine stoffliche Wiederverwertung ist durch die Vielfalt der Farben nur sehr eingeschränkt möglich. Ein Rücknahmeservice wird zurzeit von den Herstellern noch nicht angeboten.

Eine Entsorgung über Deponien wird zukünftig nicht mehr möglich sein. Die Platten können zwar nicht verrotten. Aufgrund ihrer Brennbarkeit dürfen sie aber nicht auf Deponien abgelagert werden.

Aufgrund des **hohen Heizwertes können sie thermisch verwertet** werden. Bei der Verbrennung entstehen keine giftigen Gase. Sie sind allerdings **nicht in Holzfeuerungsanlagen** als Brennstoff zugelassen!

Dämmstoffe

Wärmedämmung steht für **Energiesparen**. Etwa 18 % des gesamten Primärenergiebedarfs wird in Deutschland zum Heizen von Gebäuden verbraucht. Dies entspricht einer Menge von knapp 60 Milliarden Litern Heizöl und unterstreicht die überragende Bedeutung, welche die Verbesserung der Gebäudedämmung für die Reduzierung des Energiebedarfs hat.

Die **Energieeinsparverordnung** gibt zwar relativ enge Grenzen für den Energieverbrauch vor, aber sie gilt zunächst nur für Neubauten. Für den großen Altbaubestand sind die gesetzlichen Sanierungsvorgaben auf nicht gedämmte Dachböden begrenzt. Die Entwicklungen auf dem Energiesektor lassen das Thema aber immer dringlicher erscheinen. Dies wird dazu beitragen, dass auch die Wärmedämmung im Altbau an Bedeutung gewinnen wird.

Der weitaus größte Teil der heute verarbeiteten Dämmstoffe sind Mineralfaser-Dämmstoffe, gefolgt von Hartschaumplatten aus der chemischen Industrie. In den letzten Jahren ist eine Vielzahl **neuer Dämmstoffe auf dem Markt gekommen, die aus nachwachsenden Rohstoffen oder aus Recyclingmaterialien** bestehen. Sie haben das Angebot deutlich verbessert.

Die eingesetzten Dämmstoffe müssen unterschiedliche **Funktionen** wahrnehmen:

- Vermeidung von Wärmeverlusten ("winterlicher Wärmeschutz")
- Erhöhung der Oberflächentemperatur an den Innenflächen der Außenwände
- Verbesserung der Schalldämmung
- Schutz gegen sommerliche Hitze von außen ("sommerlicher Wärmeschutz")
- Senkung des Brandrisikos

Dabei können Wärmedämmstoffe in fast allen **Baubereichen** zum Einsatz kommen:

- Dach
- Außenwand
- Trennwände
- Fußböden

Baustoffklassen

Nach DIN 4102 werden bezogen auf den Brandschutz folgende **Baustoffklassen** unterschieden:

A	nicht brennbare Baustoffe
B 1	schwer-entflammbare Baustoffe
B 2	normal-entflammbare Baustoffe
B 3	leicht-entflammbare Baustoffe

Zukünftig werden die Baustoffklassen nach der europäischen Norm DIN EN 13501-1 klassifiziert. Dabei wird die Einteilung auch das Rauch- und Abtropfverhalten berücksichtigen. Nähere Informationen dazu finden sich im Glossar.

Vor allem in öffentlichen Gebäuden wird darauf geachtet, dass nicht brennbare oder nur schwer entflammbare Baustoffe zum Einsatz kommen.

Kennzeichnung

Seit 1. Januar 2004 sind die nationalen Dämmstoffnormen nicht mehr gültig. Alle Dämmstoffe - beispielsweise Hartschaum, Mineralwolle oder Holzfaserdämmplatten - sind über die europäischen Produktnormen geregelt und müssen mit dem **CE-Zeichen** gekennzeichnet sein. Über das CE-Zeichen wird auch das Überwachungsverfahren festgelegt, nach dem die Hersteller die erforderliche Qualität der Dämmstoffe sicherstellen müssen. Die Kennzeichnung bezieht sich auf die **Einstufung der Wärmeleitfähigkeit und der Brennbarkeit**. Sie muss groß und deutlich auf der Dämmstoffverpackung angebracht sein.

Die **Wärmeleitfähigkeit** der einzelnen Materialien und damit ihre Isolierwirkung werden mit Hilfe des Lambda-Wertes beschrieben. **In der DIN 4108-4 sind für alle Materialien die maßgeblichen Lambda-Werte festgelegt**.

Die auf den Isoliermaterialien angegebenen Wärmeleitfähigkeitsgruppen entsprechen direkt dem 1000-fachen Lambda-Wert der einzelnen Materialien, Gruppe 035 hat z.B. einen Lambda-Wert von 0,035 W/mK. Auf den einzelnen Seiten zu den unterschiedlichen Dämmstoffarten werden dazu weitere Ausführungen gemacht.

Entsprechend der Norm DIN 4108-10 werden folgende **Anwendungsgebiete für Dämmstoffe** definiert:

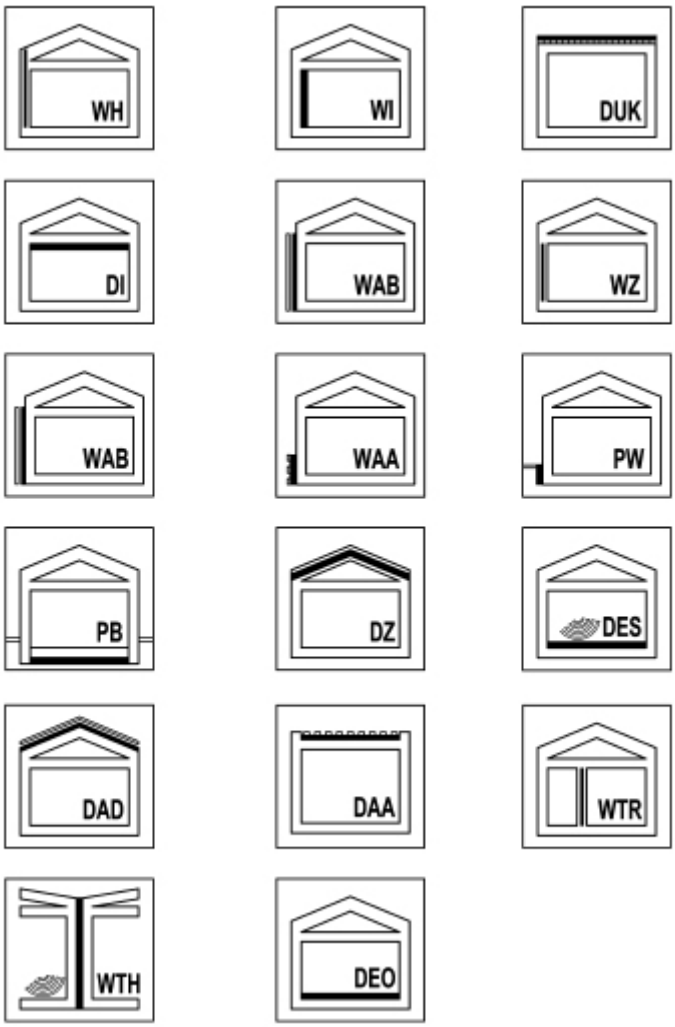
Bild: Anwendungsgebiete von Wärmedämmungen

Anwendungs-gebiet	Kurz-zeichen	Anwendungsbeispiele
Decke, Dach	DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
	DAA	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
	DUK	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)[a]
	DZ	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken
	DI	Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter den Sparren/Tragkonstruktion, abgehängte Decke usw.
	DEO	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
	DES	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen
Wand	WAB	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
	WAA	Außendämmung der Wand hinter Abdichtung
	WAP	Außendämmung der Wand unter Putz
	WZ	Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung
	WH	Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise
	WI	Innendämmung der Wand
	WTH	Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen
	WTR	Dämmung von Raumtrennwänden
Perimeter	PW	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)[b]
	PB	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)[b]

Quelle: In Anlehnung an die DIN 4108-10, Juni 2004

Die genannten Kurzzeichen werden als **Piktogramme auf den Dämmstoffen** aufgebracht:

Bild: Kurzzeichen und Piktogramme für Dämmstoffe



Quelle: In Anlehnung an die DIN 4108-10, Juni 2004

Die **Produkteigenschaften** werden mit den folgenden Abkürzungen unterschieden:

Bild: Abkürzungen Produkteigenschaften Dämmstoffe

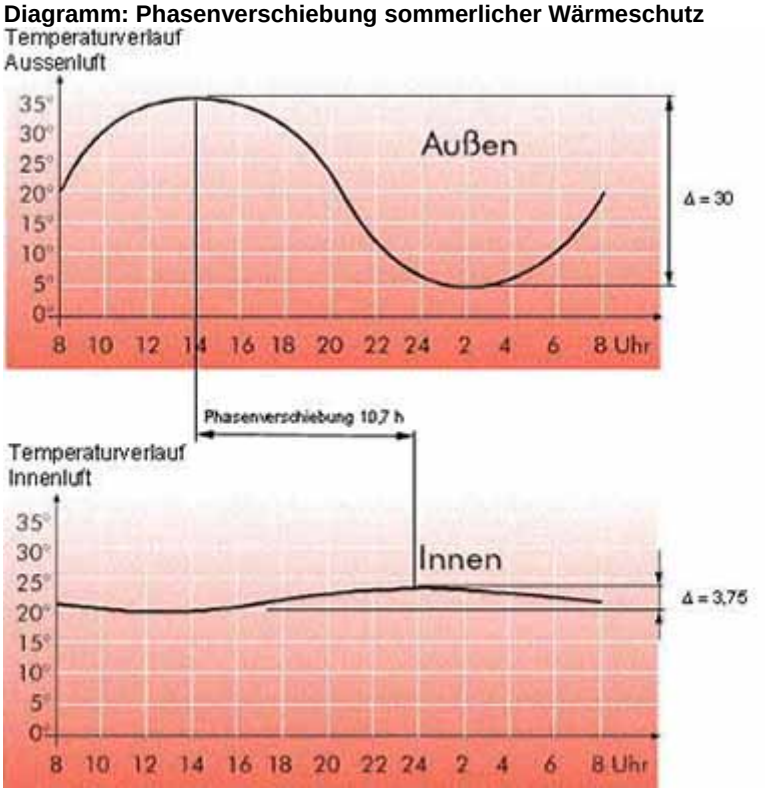
Produkteigenschaft	Kurzzeichen	Beschreibung	Beispiele
Druckbelastbarkeit	dk	Keine Druckbelastbarkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung
	dg	Geringe Druckbelastbarkeit	Wohn- und Bürobereich unter Estrich
	dm	Mittlere Druckbelastbarkeit	Nicht genutztes Dach mit Abdichtung
	dh	Hohe Druckbelastbarkeit	Genutzte Dachflächen, Terrassen
	ds	Sehr hohe Druckbelastbarkeit	Industrieböden, Parkdeck
	dx	Extrem hohe Druckbelastbarkeit	Hoch belastete Industrieböden, Parkdeck
Wasseraufnahme	wk	Keine Anforderungen an die Wasseraufnahme	Innendämmung im Wohn- und Bürobereich
	wf	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser	Außendämmung von Außenwänden und Dächern
	wd	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser und/oder Diffusion	Perimeterdämmung, Umkehrdach
Zugfestigkeit	zk	Keine Anforderungen an Zugfestigkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung
	zg	Geringe Zugfestigkeit	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
	zh	Hohe Zugfestigkeit	Außendämmung der Wand unter Putz, Dach mit verklebter Abdichtung
Schalltechnische Eigenschaften	sk	Keine Anforderungen an schalltechnische Eigenschaften	Alle Anwendungen ohne schalltechnische Anforderungen
	sg	Trittschalldämmung, geringe Zusammendrückbarkeit	Schwimmender Estrich, Haustrennwände
	sm	Trittschalldämmung, mittlere Zusammendrückbarkeit	
	sh	Trittschalldämmung, erhöhte Zusammendrückbarkeit	
Verformung	tk	Keine Anforderungen an die Verformung	Innendämmung
	tf	Dimensionsstabilität unter Feuchte und Temperatur	Außendämmung der Wand unter Putz, Dach mit Abdichtung
	tl	Verformung unter Last und Temperatur	Dach mit Abdichtung

Quelle: In Anlehnung an die DIN 4108-10, Juni 2004

Sommerlicher Wärmeschutz

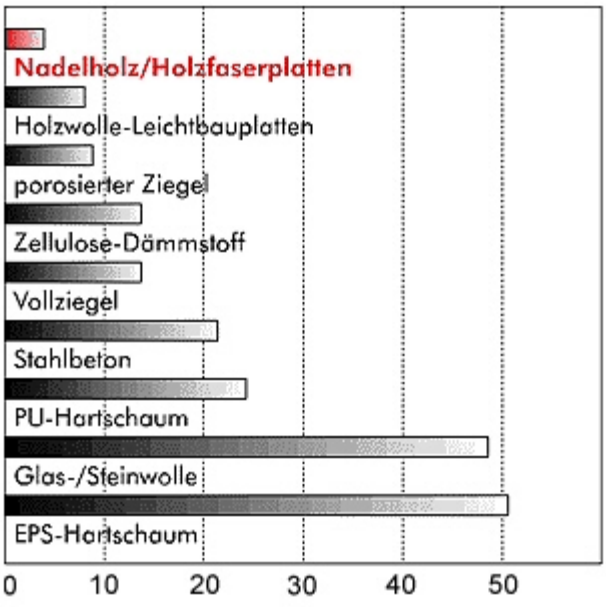
Angesichts steigender Temperaturen im Sommer hat auch der sommerliche Wärmeschutz an Bedeutung gewonnen. Um Wohnräume, besonders unter dem Dach, vor Überhitzung zu schützen, muss der eingesetzte Dämmstoff durch seine Wärmespeicherfähigkeit den Wärmefluss ins Rauminnere so stark wie möglich dämpfen und verzögern. Die Phasenverschiebung gibt an, wie lange es dauert, bis die Tagestemperaturspitze ein Bauteil von der Außenseite zur Innenseite durchwandert und von dort Wärme an den Raum abgibt.

Diagramm: Phasenverschiebung sommerlicher Wärmeschutz



Diese Phasenverschiebung ist abhängig von der **Temperaturleitzahl** des eingesetzten Dämmmaterials. Je geringer die Temperaturleitzahl, desto besser ist der sommerliche Wärmeschutz.

Diagramm: Temperaturleitzahlen verschiedener Dämmstoffe

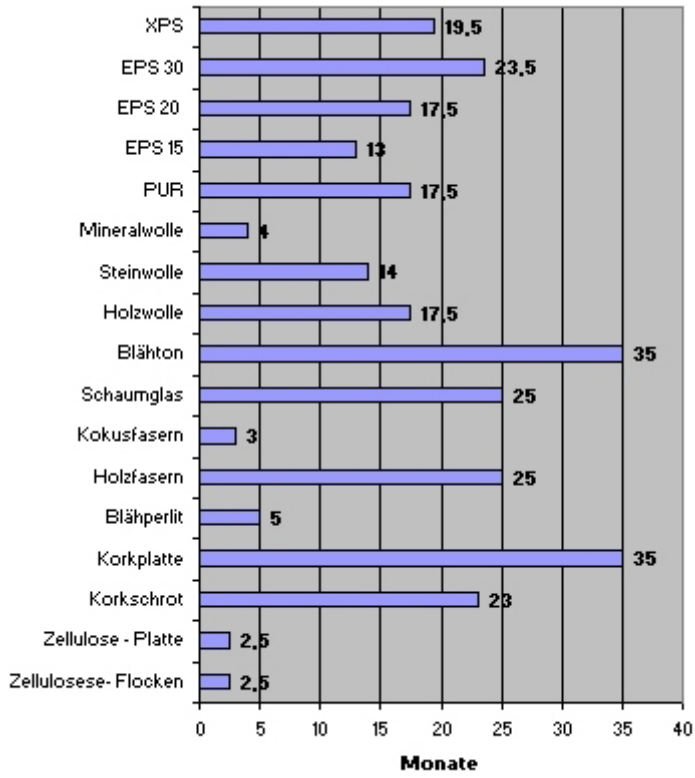


Insbesondere **Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen** zeigen hier gegenüber herkömmlichen Dämmmaterialien **deutliche Vorteile**.

Energetische Amortisation

Dem Energieaufwand zur Herstellung eines Dämmmaterials steht dessen Dämmfähigkeit im Laufe der Nutzungszeit gegenüber. Man kann die Materialien anhand der Zeit vergleichen, die sie benötigen, um den Herstellaufwand wieder einzusparen. Ein Dämmmaterial ist umso günstiger zu beurteilen, je kürzer diese **Amortisationszeit** ist.

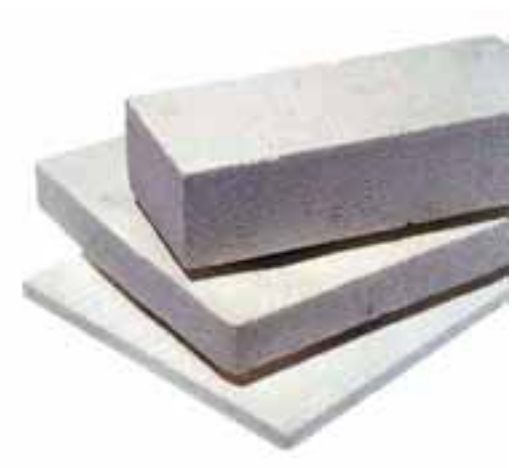
Diagramm: Energetische Amortisationszeiten verschiedener Materialien in Monaten



Quelle: In Anlehnung an "Wärmedämmstoffe im Vergleich", 2000, S. 79

Hier schneiden Wärmedämmstoffe aus Zellulose besonders günstig ab, allerdings dicht gefolgt von herkömmlicher Mineralfaserdämmung.

Hartschaum (EPS)



Hartschaumplatten aus expandiertem Polystyrol (EPS) - besser bekannt als Styropor - sind in den unterschiedlichsten Baubereichen sehr verbreitet. Sie sind preiswert und einfach zu verarbeiten.

Der überwiegende Einsatz erfolgt in der Außendämmung von Gebäuden in Verbindung mit einem **Dämmputz** und in der **Aufdachdämmung**.

Die wesentlichen **Vorteile** von EPS sind:

- Gute Beständigkeit
- Schimmel- und Fäulnisresistenz
- Gute Dämmwirkung
- Gute Verwertung (bei sortenreiner Erfassung)
- Preiswert

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Herstellung basiert auf Erdöl
- Ungünstige Phasenverschiebung bei Sommerhitze
- Relativ lange energetische Amortisationszeit
- Wird von Mäusen zerfressen
- Schlechte Schalldämmeigenschaften

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Polystyrol-Hartschaum (EPS) gilt die DIN EN 13163.

Kennwerte

Polystyrol Hartschaumplatten (EPS) weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Hartschaum (EPS)

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,035 - 0,04 W/mK	20 - 100	15 - 30 kg/m³	18 Monate	B1, B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

EPS-Platten bestehen aus einem überwiegend geschlossenzelligem festen Schaumstoff. Die Herstellung des Polystyrols basiert auf den Rohstoffen Benzol und Ethylen und erfolgt in großtechnischen Anlagen der petrochemischen Industrie. Der Umgang mit dem Rohstoff Styrol beinhaltet ein besonderes gesundheitsgefährdendes Potenzial.

Normales EPS weist lediglich die Brennstoffklasse B 2 auf. Zur Verbesserung des Flammschutzes wird das Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan eingesetzt. Dadurch wird der Baustoff der Klasse B 1 zugeordnet.

Das Aufschäumen der Platten erfolgt entweder mit Wasserdampf, Kohlendioxid oder Pentan.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung von EPS wird eine **schneidende Bearbeitung** empfohlen. Sägen oder Fräsen führt zu erheblichen Staubbelastungen.

Das **Dämmen zwischen den Sparren mit Hartschaumplatten hat sich nicht bewährt**, da eine fugenlose Verlegung praktisch nicht möglich ist. Die verbleibenden offenen Stellen können bei entsprechender Undichtigkeit als **Wärmebrücke** zu einem erheblichen Eintrag von Raumfeuchte in den Baukörper führen.

Bild: Dämmen zwischen Sparren mit Hartschaumplatten

Gesundheitliche Aspekte

Bei fabrikfrischen Platten wurden Restmonomere des Ausgangsstoffes Styrol festgestellt. Da das entweichende Styrol die Atemwege reizt, ist der Handel erst nach mindestens vierwöchiger Lagerung der Platten zugelassen. **Im unmittelbaren Gebrauch wird durch EPS-Platten aber keine Erhöhung der Schadstoffbelastung der Raumluft hervorgerufen.**

Darüber hinaus gibt es keine besonderen arbeitsschutztechnischen Vorgaben.

Entsorgung

EPS-Platten gelten als praktisch unverrottbar. In der Nutzungsphase sind deshalb normalerweise keine besonderen Unterhaltsmaßnahmen erforderlich. Pilzbefall kann ausgeschlossen werden. Dies ermöglicht eine **hohe Lebensdauer**.

Die **Abfälle von EPS-Platten können unverschmutzt problemlos einer stofflichen Wiederverwertung zugeführt werden**. Über die Lieferanten und Händler ist normalerweise eine Rücknahme möglich.

Verschmutztes EPS wird zumeist als Bauabfall zur Deponie gebracht. Dies wird zukünftig durch die Vorgaben der TA-Siedlungsabfall nicht mehr möglich sein, da eine Deponierung von organischen Reststoffen faktisch ausgeschlossen wird. Durch eine entsprechende Aufbereitung lässt sich aber auch eine Sortierung erzielen, welche die EPS-Reste als Zuschlagstoffe für Bauanwendungen ermöglicht.

Das Material hat einen guten Heizwert und kann in dafür geeigneten Müllheizkraftwerken verbrannt werden. Allerdings bilden die Platten Monostyrol, welches in Verbindung mit dem Flammschutzmittel zur Dioxinbildung führen kann.

EPS-Platten weisen nur eine sehr geringe biologische Abbaurate auf. Für eine Kompostierung sind sie deshalb nicht geeignet.

Hartschaum (PUR)

Hartschaumplatten aus Polyurethan (PUR) werden vor allem dort eingesetzt, wo auf wenig Raum eine wirksame Wärmedämmung untergebracht werden muss, z.B. bei Rollläden oder der Verkleidung von Betonstützen. PUR-Platten sind in der Herstellung relativ aufwändig.

Der überwiegende Einsatz erfolgt in der **Außendämmung** und in der **Aufdachdämmung**.

Die wesentlichen **Vorteile** von PUR-Platten sind:

- Gute Beständigkeit
- Schimmel- und Fäulnisresistenz
- Sehr gute Dämmwirkung
- gute Trittschalleigenschaften

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Herstellung basiert auf Erdöl
- Relativ lange energetische Amortisationszeit
- Schlechte Schalldämmeigenschaften
- Kein Pufferung von Feuchtigkeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Polyurethan-Hartschaum (PUR) gilt die DIN EN 13165.

Kennwerte

PUR-Hartschaumplatten weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte PUR-Hartschaumplatten

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,02 - 0,035 W/mK	80 - 250	20 - 60 kg/m³	17 Monate	B1, B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

PUR-Platten bestehen aus einem geschlossenzelligem festen Schaumstoff aus Polyisocyanaten (35 %) und Polyolen (50 %). Der Umgang mit dem Rohstoff Isocyanat beinhaltet ein besonderes gesundheitsgefährdendes Potential. Er wird aus dem sehr giftigen Gas Phosgen gewonnen und unterliegt deshalb aufwändigen Sicherheitsvorschriften.

Pentangeschäumte PUR-Platten weisen nur die Brandschutzklasse B 2 auf. Damit eine Einstufung in B 1 erfolgen kann, bedarf es der Verwendung von Phosphorsäureester. In Deutschland sind diese teilhalogenierten FCKW-Treibmittel nicht erlaubt. Ausländische Platten unterliegen allerdings nicht dem Verbot derartiger Schäummitte. **Von daher sollte man beim Einkauf die Herkunft der Platten erfragen!**

Verarbeitung

Für die Verarbeitung von EPS wird eine **schneidende Bearbeitung** empfohlen. Sägen oder Fräsen führt zu erheblichen Staubbelastungen.

Das **Dämmen zwischen Sparren mit Hartschaumplatten hat sich nicht bewährt**, da eine fugenlose Verlegung praktisch nicht möglich ist. Die verbleibenden offenen Stellen können bei entsprechender Undichtigkeit als **Wärmebrücke** zu einem erheblichen Eintrag von Raumfeuchte in den Baukörper führen.

Gesundheitliche Aspekte

Bei fabrikfrischen Platten werden noch geringe Mengen an Pentan abgegeben. Daraus ergeben sich aber keine gesundheitlichen Risiken für den Verarbeiter.

Im unmittelbaren Gebrauch wird durch PUR-Platten keine Erhöhung der Schadstoffbelastung der Raumluft hervorgerufen.

Darüber hinaus gibt es keine besonderen arbeitsschutztechnischen Vorgaben.

Entsorgung

PUR-Platten gelten als praktisch unverrottbar. In der Nutzungsphase sind deshalb normalerweise keine besonderen Unterhaltsmaßnahmen erforderlich. Pilzbefall kann ausgeschlossen werden. Dies ermöglicht eine **hohe Lebensdauer**.

Bei sortenreiner Erfassung ist eine bedingte stoffliche Verwertung möglich. Im Einzelfall sollte man sich bei den Lieferanten erkundigen.

Verschmutzte PUR-Platten werden meist als Bauabfall zur Deponie gebracht. Dies wird zukünftig durch die Vorgaben der TA-Siedlungsabfall nicht mehr möglich sein, da die Deponierung von organischen Reststoffen faktisch ausgeschlossen wird.

Das Material hat an sich einen guten Heizwert und kann in geeigneten Müllverbrennungsanlagen thermisch verbrannt werden. Die Platten können während der Verbrennung Blausäuregase bilden und in Verbindung mit dem Flammschutzmittel zur Dioxinbildung beitragen.

Mineralfaser

Mineralfaserdämmplatten sind der wichtigste Dämmstoff im Baubereich. Insbesondere beim Innenausbau werden Mineralfaserplatten für die Wärme- und Schalldämmung eingesetzt.

Durch ihre flexible Form passen sie sich allen erforderlichen Formen an. Allerdings geht die Verarbeitung mit einigen gesundheitlichen Risiken einher, die durch entsprechende Verarbeitungstechniken und Schutzausrüstungen in Grenzen gehalten werden können.

Die wesentlichen **Vorteile** von Mineralfaser-Platten sind:

- Hoher Sekundärrohstoffanteil
- Gute Beständigkeit
- Gute Dämmwirkung
- Sehr gute Schallschutzeigenschaften
- Feuchtigkeitsunempfindlich
- Sehr kurze energetische Amortisationszeit
- Nicht brennbar

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Relativ schlechter sommerlicher Wärmeschutz
- Kein Pufferung von Feuchtigkeit
- Staubbelastung bei der Verarbeitung
- Schlechte Verwertbarkeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Mineralfaser-Dämmstoffen gilt die DIN EN 13162.

Kennwerte

Mineralfaserplatten weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Mineralfaser-Dämmplatten

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,03 - 0,045 W/mK	1 - 2	10 - 80 kg/m³	4 Monate	A

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Glaswolle besteht zu 60 % aus Altglas. In ihrer Produktion werden damit in hohem Maße Sekundärrohstoffe wieder verwendet. Die restlichen Bestandteile setzen sich aus den in der Glasindustrie üblichen Mineralien wie Quarzsand, Soda, Dolomit und Kalkstein zusammen. Steinwolle besteht aus den natürlichen Gesteinen Basalt und Diabas, teilweise ergänzt durch Dolomit und Kalkstein.

Diese Rohstoffe sind mineralischen Ursprungs und noch lange verfügbar. In einer ersten Produktionsstufe werden die Rohstoffe geschmolzen, die dabei entstehenden 0,1 - 20 µm dicken Fasern werden durch Ziehen, Blasen oder Schleudern zu Bahnen, Platten oder Filzen weiterverarbeitet. Dabei werden Phenol-Formaldehydharze als Bindemittel zugegeben (Anteil ca. 7 %). Öle und weitere Zusätze in einem Anteil von 1 % verbessern die Wasserabweisung.

Verarbeitung

Mineralfaserplatten werden in Form von Platten, Filzen oder Matten verarbeitet. Um die Staubbelastung so gering wie möglich zu halten, werden folgende Verarbeitungsformen empfohlen:

- Vorkonvektionierte Mineralwoll-Dämmstoffe bevorzugen.
- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zuschneiden zu müssen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- **Nur auf fester Unterlage mit Messer oder Schere schneiden, nicht reißen und nicht sägen!**

Gesundheitliche Aspekte

Durch Tierversuche gerieten Mineralfasern in den Verdacht, ein krebsauslösendes Potenzial zu besitzen. Etwa 1,5 % der Fasern sind lungengängig und weisen ähnliche Eigenschaften wie Asbestfasern auf. Die Hersteller haben darauf reagiert, indem sie durch Veränderung der Fertigung die biologische Abbaubarkeit dieser Fasern im Körper verbessert haben. Derartige Platten haben die **Kennzeichnung KI 40** und werden als **nicht krebserzeugend** eingestuft. Seit Juni 2000 dürfen keine anderen Mineralfasern mehr verarbeitet werden.

Gleichwohl gehen von Mineralfaserplatten **gesundheitliche Belastungen** aus. Der **Juckreiz** entsteht durch gröbere Fasern, die sich aufgrund der Steifheit in die Haut einspießen. Bei längerem Umgang mit Mineralplatten tritt offensichtlich ein Gewöhnungseffekt ein. Es besteht jedoch die Gefahr von Entzündungen.

Allergische Reaktionen aufgrund der Glasfasern sind nicht bekannt. Für Allergiker können jedoch die Zusatzstoffe (z.B. Formaldehyd) in den Dämmstoffen problematisch sein.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten in den sorgfältigen Umgang mit Mineralfaserplatten **unterwiesen** werden und persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt bekommen.

Bei der Demontage von alten Mineralfaserplatten sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zu beachten, die umfassend in der **TRGS** 521 "Faserstäube" aufgeführt sind:

- Bei der zuständigen **Arbeitsschutzbehörde** muss die **Demontage angezeigt** werden.

- Die Arbeiten sind mit einer **partikelfilternden Halbmaske FFP2** oder mit einem P2-Filter durchzuführen:

Bild: Halbmaske FFP2

- Den Mitarbeitern ist ein atmungsaktiver **Schutzanzug Typ 5** zur Verfügung zu stellen. Ebenso **Schutzhandschuhe aus Leder** oder nitrilbeschichtete Baumwollhandschuhe.

Eine **Demontage von alten Mineralfasern allein aus möglichen Gesundheitsbedenken sollte nicht vorgenommen werden**. Von bestehenden Dämmungen, die ausreichend abgedichtet sind, geht keine gesundheitliche Gefährdung aus. Die bei einer Demontage entstehenden Belastungen wären ungleich problematischer.

Entsorgung

Mineralwollplatten sind biologisch nicht abbaubar. In der Nutzungsphase sind deshalb keine besonderen Unterhaltsmaßnahmen erforderlich.

Allerdings neigt die Mineralwolle zur Feuchtigkeitsaufnahme. **Eindringende Nässe durch fehlerhafte Dampfbremsen kann zu punktueller Auffeuchtung führen.** Da die Mineralwolle die Feuchtigkeit nicht puffern kann, kann sich an den Fehlstellen durchaus Schimmel bilden. Die Mineralwolle kann in dem Bereich verrotten. **Die raumseitig angebrachte Dampfbremse darf keine Undichtigkeiten aufweisen.**

Sofern die Mineralwolle trocken bleibt, ist sie sehr beständig und hat eine lange Lebensdauer.

Mineralfaserabfälle sind am Entstehungsort staubdicht zu verpacken und gegebenenfalls zu befeuchten, um die Fasern besser zu binden. Dann können sie problemlos transportiert werden.

Die Abfälle von Mineralwollplatten landen zumeist mit anderen Baustellenabfällen auf der Deponie. Mineralwollplatten können biologisch nicht abgebaut werden. Für eine Kompostierung sind sie deshalb nicht geeignet. Es gibt allerdings inzwischen auch Verfahren zum Einsatz von Mineralfaserabfällen als Zuschlagsstoffe für die Ziegel- und Klinkerherstellung.

Das Material hat an sich einen schlechten Heizwert und kann deshalb nicht einer energetischen Verwertung zugeführt werden.

Schafwolle

Schafwolle ist ein sehr angenehmer Stoff. Er kann bis zu 30 % Feuchtigkeit aufnehmen ohne dass sich seine Wärmeleitfähigkeit verschlechtert.

Schafwolle wird als Vlies in Matten angeboten und kann als Stopfwolle auch gut für die Wärmedichtung im Bereich des Fensteranschlusses verwendet werden.

Wie alle Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen weist Schafwollen einen sehr niedrigen

Feuchtewiderstand auf. Die Luftfeuchtigkeit im Raum kann diese Stoffe sehr einfach durchdringen.

Dämmstoffe aus Schafwolle werden inzwischen mit dem Qualitätszeichen natureplus angeboten.

Die wesentlichen **Vorteile** von Schafwolle sind:

- Gute Pufferung von Feuchtigkeit
- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Gute Verwertung

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Teuer
- Problematisch für Stauballergiker
- Kann Pestizide enthalten

Kennwerte

Schafwolle weist folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Schafwolle

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 W/mK	1 - 3	20 - 70 kg/m³	4 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Schafwoll-Vliesbahnen bestehen aus 100 % reiner **Schafschurwolle**. Schafwoll-Filze dagegen aus je 50 % Schafschurwolle und wiederverwerteter Altwolle. Die Wolle wird zunächst gründlichst mit Seife und Soda gewaschen. Die Reinigungsmittel werden anschließend durch mehrfaches kaltes Auswaschen vollständig herausgespült.

Bei Schafwolle handelt es sich um einen nachwachsenden Rohstoff, der jedoch im Sinne der Erhaltung eines ökologischen Artengleichgewichts begrenzt ist. Zurzeit steht aber weltweit ein Überangebot an Schafwolle zur Verfügung.

Bild: Schaf

Zur Einstufung von **Schafwolle in die Brandschutzklasse B 2 wird diese häufig mit Borax** besprüht, einem schwerflüchtigen Flammschutzmittel. Gleichzeitig wird damit ein vorbeugender Schutz gegen Insektenbefall und Schimmelpilze eingebracht. Herstellerabhängig wird dazu auch das Insektengift Permithrin eingesetzt. Die genau verwendeten Einsatzstoffe sollte man sich von seinem

Hersteller bestätigen lassen. Eine Einstufung in die Brandschutzklasse B 1 wird momentan nicht angeboten.

Die Herkunft der Schafwolle reicht von Mitteleuropa über Südamerika bis nach Neuseeland. Daher sind auch Rückstände aus der weltweit üblichen Verwendung von Pestiziden gegen Schafparasiten möglich, jedoch meist nicht oder nur in geringer Konzentration nachweisbar. Durch den ersten Waschvorgang der Rohwolle werden mit dem Wollfett auch Pestizidreste ausgetragen.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung werden **vergleichbare Empfehlungen gegeben wie sie für Mineralfaserdämmplatten** üblich sind:

- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zuschneiden zu müssen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- Reste einsammeln und verpacken, um die Staubbelastung gering zu halten.
- Geschlossene Arbeitskleidung wird empfohlen.
- **Nur auf fester Unterlage mit Messer oder Schere schneiden, nicht reißen und nicht sägen!**

Gesundheitliche Aspekte

Auch für die Verarbeitung von organischen Fasern werden vergleichbare Schutzvorschriften entsprechend den Vorgaben der **TRGS** 521 "Faserstäube" gefordert, wie es bei Mineralfaserdämmstoffen üblich ist.

Durch Staubmilben können **allergische Reaktionen** bei entsprechend sensibilisierten Mitarbeitern entstehen.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten in den sorgfältigen Umgang mit Faserdämmstoffen **unterwiesen** werden und persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt bekommen.

Das verwendete Flammschutzmittel emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, sodass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Stauballergiker dürften allerdings Probleme haben, da sich durch die Schafwolldämmung Staubmilben ausbreiten können. In diesem Fall ist eine gute Abdichtung zu den Wohnbereichen erforderlich.

In veränderter Form kann die Schafwolle als Keratinfaser auch **aktiv für die Entgiftung von Wohnräumen** eingesetzt werden. Das in der Faser enthaltene Eiweiß reagiert mit Luftschadstoffen und wandelt sie in harmlose Basen um. Untersuchungen belegen eine hohe und über Jahre gleich bleibende Absenkung von Schadstoffkonzentration. Die Keratinfaser baut zudem hartnäckige Gerüche wie Zigarettenrauch ab.

Entsorgung

Schafwolle besitzt die Eigenschaft, Wasser aufnehmen zu können ohne selber nass zu erscheinen. Die Dämmwirkung wird dadurch nicht beeinträchtigt. Sie verrottet dadurch nicht. Erhöhte Baufeuchten führen deshalb nicht zu Schäden. Die **Lebensdauer ist in der Regel sehr hoch**, sodass Reparaturen nur in geringem Umfang zu erwarten sind. Auch der Wartungsaufwand ist insgesamt gering.

Schafwolldämmstoffe sind **stofflich wiederverwendbar** und werden dann zu Schafwoll-Filzen aufgearbeitet. Wenn der Borsalzanteil geringer als 5 % ist, können die Dämmstoffe auch kompostiert werden.

Für eine thermische Verwertung eignen sich Schafwolldämmstoffe nicht, da sie in der Regel nicht brennen, sondern nur schmelzen.

Zellulose

Dämmstoffe aus Zellulose basieren **vollständig auf Sekundärrohstoffen**. Als Recyclingprodukt wurden sie zunächst ausschließlich lose als Schüttung vor allem im Dach und Wandbereich eingesetzt. Inzwischen gibt es auch Zelluloseplatten für die Verwendung in der Außendämmung und im Trennwandbereich.

Insbesondere bei komplizierten Dachformen mit vielen Verschnitten haben sich die losen Einblasfüllungen bewährt. Es ist kein aufwändiges Anpassen einzelner Teilplatten erforderlich. Die Zellulose zeigt sehr gute Dämmwerte im Schall- und Wärmebereich, aber die Verarbeitung erfordert eine besondere Qualifikation, um qualitative und gesundheitliche Risiken sicher zu bewältigen.

Das Umweltbundesamt hat für **Baustoffe aus Altpapier** das **RAL-Umweltzeichen 36** vergeben. Damit können Produkte gekennzeichnet werden, die folgende Kriterien einhalten:

1. Mindestanteil an Altpapier 80 %
2. keine kennzeichnungspflichtigen Gefahrstoffe
3. Verzicht von halogenierten Bleichchemikalien bei der Aufbereitung des Altpapiers
4. gesundheitlich unbedenkliche Konservierungsstoffe

Bild: Umweltzeichen Produkte aus Altpapier

Die wesentlichen **Vorteile** von Zellulose sind:

- Altpapier als Rohstoff
- Energiearme Herstellung
- Sehr kurze energetische Amortisationszeit
- Gute Pufferung von Feuchtigkeit

- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Guter sommerlicher Wärmeschutz
- Gute Verwertung

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Eingeschränkte Feuchtebeständigkeit
- Staubbelastung bei der Verarbeitung

Kennwerte

Zellulosedämmstoffe weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Zellulosedämmstoffe

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 - 0,045 W/mK	0,5 - 2	30 - 80 kg/m³	2 - 3 Monate	B2/B1

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Als Ausgangsmaterial von Zellulose-Dämmstoffen dient **Altpapier von Tageszeitungen**. Durch Mahlen und Zerfasern wird das Zeitungspapier zerkleinert und zu Flocken oder Platten verdichtet. Bei Platten werden normalerweise natürliche Bindemittel wie Tall-Harz oder Lignin-Stoffe eingesetzt. Die Aushärtung zu Platten erfolgt unter Bedampfung. Die Aufbereitung der Altpapiere erfolgt ohne Wasser, sodass Abwasserprobleme nicht zu erwarten sind.

Die Verwendung von Altpapier begünstigt den erforderlichen Energieeinsatz für die Herstellung. Zur Einstufung von Zellulose-Dämmstoffen in die Brandschutzklasse B 2 werden diese mit einem Anteil von 15 % mit **Borax und Ammoniumsulfat** besprüht, einem schwer flüchtigen Flammschutzmittel. Gleichzeitig wird damit ein vorbeugender Schutz gegen Schimmelpilze eingebracht.

Inzwischen werden auch Zellulose-Flocken mit der Einstufung B 1 angeboten.

Bild: Herstellung Zelluloseflocken

Verarbeitung

Zelluloseflocken

Die Zelluloseflocken werden in der Regel in trockene Hohlräume eingeblasen, wo sie sich in beliebigen Dämmstärken zu einem dichten Vlies verfilzen. Da die Materialeigenschaften vom richtigen Einblasen abhängig sind, **sollten Zelluloseflocken nur durch qualifizierte Fachbetriebe verarbeitet werden**.

Die losen Zelluloseflocken werden an der Baustelle in eine Verarbeitungsmaschine gefüllt und über einen Schlauch pneumatisch in das zu dämmende Bauteil transportiert.

Auf leicht **zugänglichen oder abgehängten Decken** werden Zelluloseflocken offen aufgeblasen. Sie bilden eine fugenlose Dämmschicht.

Bild: Einblasverfahren Zelluloseflocken

Bei **Dächern und Decken** werden die Flocken über einen Luftschlauch in die vorgesehenen Hohlräume eingeblasen. Dort verdichten sie sich zu einer winddichtenden und fugenlosen Wärmehülle für das Gebäude.

Die Zelluloseflocken können auch **direkt auf senkrechte Wände aufgesprüht** werden. Um die Bindekräfte der Zellulosefaser zu aktivieren, werden die Dämmflocken leicht befeuchtet. In einem einzigen Arbeitsgang können auf eine Wand bis zu 20 cm dicke, oberflächenbündige und genau füllende Dämmschichten aufgetragen werden.

Für die Kontrolle des vollständigen Schichtaufbaus sollten **durchsichtige Kontrollöffnungen** vorgesehen werden. Daneben ist erforderlich, dass sich in senkrechten Flächen die Flocken zunächst absetzen und **nachverdichten**, damit die Wände in vollständiger Höhe aufgefüllt werden können.

Zellulosedämmplatten

Die Platten können schlecht geschnitten werden. Sie müssen mit Fuchsschwanz, Handkreis- oder Stichsäge den erforderlichen Formen angepasst werden. Für die Verarbeitung werden **vergleichbare Empfehlungen gegeben wie sie für Mineralfaserdämmplatten** üblich sind:

- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zusägen zu müssen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- Reste einsammeln und verpacken, um die Staubbelastung gering zu halten.
- Geschlossene Arbeitskleidung wird empfohlen.

Gesundheitliche Aspekte

Bei der Verarbeitung wird in erheblichem Umfang Staub freigesetzt. Ein guter Staubschutz ist unerlässlich. Außerdem hat man beim Einblasen bis zu acht Millionen kritische organische Fasern pro Kubikmeter Raumluft gemessen. Trotz schlechter Bioabbaubarkeit der Zellulosefasern wird **nach heutigem Kenntnisstand ein vergleichbares Krebsrisiko wie bei den alten Mineralfasern ausgeschlossen**.

Für die Verarbeitung von Zellulosefasern werden durch die **TRGS** 521 "Faserstäube" folgende Vorgaben gemacht:

Allergische Reaktionen können bei entsprechend sensibilisierten durch Staubmilben bei Mitarbeitern entstehen.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten in den sorgfältigen Umgang mit den Faserdämmstoffen **unterwiesen** werden und persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt bekommen.

Das **verwendete Flammschutzmittel** emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, sodass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Die noch vorhandene **Druckerschwärze** enthält geringe Mengen an PCB, Blei oder Cadmium. Eine Belastung der Innenräume durch diese Stoffe ist allerdings nicht zu erwarten.

Stauballergiker dürften Probleme haben, wenn keine gute Abdichtung vorhanden ist und Zellulosestaub in den Wohnbereich gelangen kann. **Deshalb ist auf eine gute Abdichtung zum Wohnraum zu achten**!

Bild: Staubbelastung beim Einblasverfahren

Entsorgung

Zellulose-Dämmstoffe sind **stofflich gut wiederverwendbar**, da sie ja bereits selbst aus einem Sekundärrohstoff bestehen. Wenn der Borsalzanteil geringer als 5 % ist, können die Dämmstoffe auch kompostiert werden.

Für eingefüllte Zelluloseflocken gilt wie bei allen Schüttdämmstoffen die **Problematik der Kontrolle eines vollständigen Dämmschichtaufbaus**. Hier können Setzungsprobleme entstehen, die Wärmebrücken begünstigen.

Zellulosedämmungen können zwar Feuchte gut puffern, sie sind aber **nicht für eine dauernde Feuchtebelastung geeignet**. Sofern es durch Baufehler zu punktuellen Auffeuchtungen im Bauwerk kommt, sind erhebliche Schäden nicht auszuschließen.

Der hohe Heizwert ermöglicht auch eine **energetische Verwertung**. Bei entsprechender Schwermetallabscheidung verbrennen die Dämmstoffe rückstandsfrei.

Holzfaserdämmplatten

Holzfaserdämmplatten bestehen vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen. In den letzten Jahren wurden hierfür ganz unterschiedliche Plattentypen für alle typischen Bereiche im Bau entwickelt - für die Wandverkleidung ebenso wie für die Dachdämmung oder zur Verbesserung der Trittschalldämmung.

Dämmstoffe aus Holzfaserdämmplatten werden inzwischen mit dem Qualitätszeichen natureplus angeboten.

Holzfaserdämmstoffe werden als normal entflammbar eingestuft **(B 2)**, durch besondere Zuschlagstoffe kann die **Feuerwiderstandsklasse** auf bis zu F90 verbessert werden.

Die wesentlichen **Vorteile** von Holzfaserdämmplatten sind:

- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Gute Verwertung
- Sehr guter sommerliche Wärmeschutz
- Geringe gesundheitliche Belastungen

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Schlechte Feuchtebeständigkeit
- Relativ lange energetische Amortisationszeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Holzfaserdämmplatten gilt die DIN EN 13171.

Kennwerte

Holzfaserdämmplatten weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Holzfaserdämmplatte

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 - 0,045 W/mK	5 - 10	150 - 180 kg/m³	25 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Holzfaser-Dämmplatten stammen aus einheimischen Nadelhölzern. Diese werden zerhackt und zerschnitzelt bis sie in Form von Fasern vorliegen. Dann werden sie mit Wasserdampf aufgeweicht, zu Platten ausgerichtet und getrocknet. Die Verpressung in Verbindung mit holzeigenen Harzen bewirkt eine Verfilzung, so dass keine weiteren Bindemittel eingesetzt werden müssen. Der Energieverbrauch pro Platte ist aber vergleichsweise hoch.

Zur Verbesserung der Feuchtebeständigkeit werden Paraffine zugesetzt. Zur Sicherstellung der Brandschutzklasse kommen Zuschlagstoffe wie Borax, Aluminiumsulfat oder Alaun zum Einsatz. Witterungsbeständige Platten werden zudem in Bitumen getränkt (Gewichtsanteil 10 - 15 %).

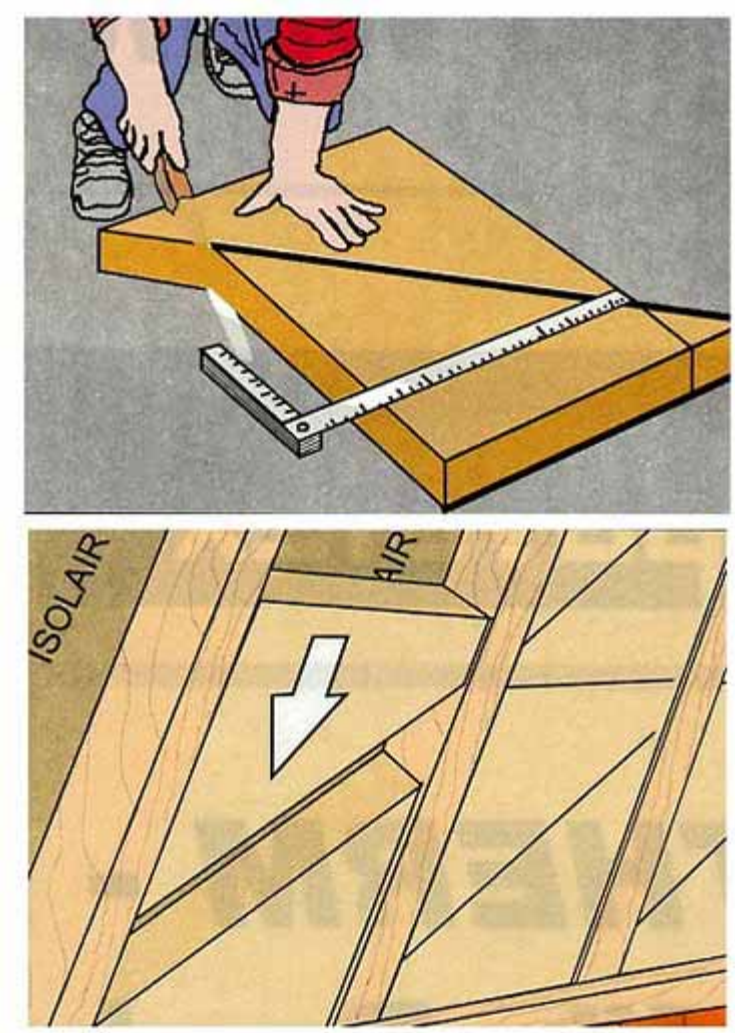
Bei der Herstellung wird eine erhebliche Menge an Wasser benötigt. Das Abwasser ist durch den Zucker der Hemizellulose belastet. Moderne Fertigungstechniken führen das Abwasser aus der Herstellung im Kreislauf, um den Verbrauch zu minimieren.

Verarbeitung

Holzfaserdämmplatten sind sehr einfach zu bearbeiten. Sie können mit einem Fuchsschwanz oder einer Handkreissäge den erforderlichen Formen angepasst werden.

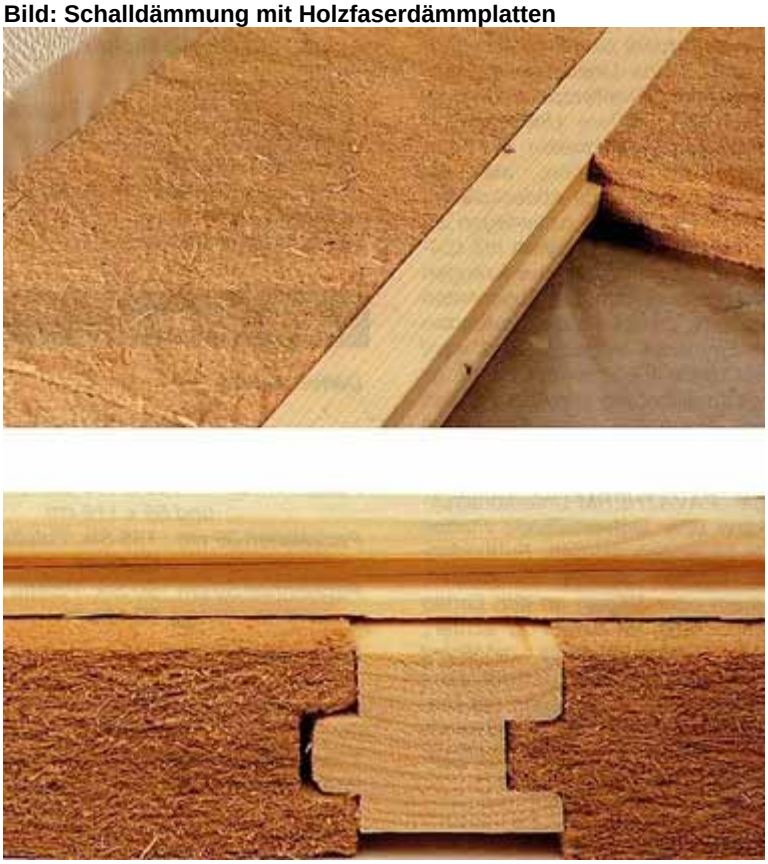
Für die Dämmung im Dachbereich bieten **keilförmige Systeme** die Möglichkeit, den Verschnitt zu minimieren.

Bild: Keilförmige Systeme



Gerade für die **Trittschalldämmung** haben sich Holzfaserdämmplatten gut bewährt. Hierfür werden komplette Belagsysteme angeboten.

Bild: Schalldämmung mit Holzfaserdämmplatten



Gesundheitliche Aspekte

Der bei der Verarbeitung freigesetzte Staub sollte wirksam durch geeignete Staubsauger erfasst werden.

Das verwendete Flammschutzmittel emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, so dass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Entsorgung

Holzfaser-Dämmplatten sind im unbehandelten Zustand recht feuchteempfindlich. Ihre Lebensdauer hängt deshalb von der Baufeuchte ab.

Eine stoffliche Verwertung für neue Holzfaserplatten oder in der Spanplattenindustrie ist aufgrund des Herstellprozesses nicht möglich.

Aufgrund **des guten Heizwertes eignen sich die Platten eher für eine energetische Verwertung.** Sie werden nach der **1. BImSchV** der Brennstoffgruppe 7 zugeordnet und können in Holzfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** ab 50 kW verbrannt werden.

Kork

Korkdämmplatten sind als Dämmung im Boden-, Wand- und Deckenbereich einsetzbar. Sie werden in Form von Korkschrot (Schüttungen) und Korkplatten verwendet. Dabei wird zwischen Backkork (BK) und imprägniertem Kork (IK) unterschieden. Da Kork auch putzfähig ist, kann er auch als Außendämmung eingesetzt werden. Im Bodenbereich bewährt sich die Korkdämmplatte auch unter Estrich.

Die Platten sind druckfest, maßbeständig und unempfindlich gegen Schädlingsfraß.

Die wesentlichen **Vorteile** von Korkdämmstoffen sind:

- Gute Trittschalldämmung
- Unempfindliche gegen Schädlingsfraß
- Sehr gute Witterungsbeständigkeit
- Nachwachsender Rohstoff
- Langlebigkeit

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Schadstoffabgabe bei künstlichen Bindemitteln
- Sehr lange energetische Amortisationszeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von expandierten Korkdämmstoffen gilt die DIN EN 13170.

Kennwerte

Korkdämmstoffe weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Korkdämmung

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,045 - 0,05 W/mK	5 - 10	50 - 130 kg/m³	35 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Als Rohstoff dient die Rinde der Korkeiche, welche im Mittelmeerraum heimisch ist. Alle 8 - 12 Jahre können die Bäume geerntet werden. Nach dem Mahlen des Korks zu Korkschrot wird dieses mit Wasserdampf zu Korkgranulat expandiert (Blähkork). Kork-Dämmplatten bestehen aus mithilfe von Wärme (250 - 400 °C) expandiertem Korkschrot, das durch korkeigene Harze (Backkork) oder Bindemittel wie Bitumen (Imprägnierter Kork) gebunden ist.

Verarbeitung

Korkplatten lassen sich nur schneiden. Eine Staubbelastung ist damit nicht verbunden.

Korkschüttungen werden in Säcken angeliefert und in den zu dämmenden Bereich eingeschüttet.

Gesundheitliche Aspekte

Werden künstliche Bindemittel verwendet, können aus **imprägniertem Kork Schadstoffe in die Raumluft** abgegeben werden (Bitumen). Bei erhöhten Temperaturen und im **Brandfall** können aus dem Kork **Phenole** entweichen, welche als natürliche Inhaltsstoffe im Kork vorhanden sind.

Billiger Kork entwickelt häufig einen **unangenehmen Eigengeruch**.

Entsorgung

Korkschrot und Korkplatten weisen als Dämmmaterial eine **gute Beständigkeit** auf. Sie sind nicht feuchtigkeitsempfindlich, sodass kein erhöhter Reparaturaufwand zu erwarten ist.

Für eingefüllten Korkschrot gilt wie bei allen Schüttdämmstoffen die **Problematik der Kontrolle eines vollständigen Dämmschichtaufbaus**. Hier können Setzungsprobleme entstehen, die Wärmebrücken begünstigen.

Kork-Dämmstoffe sind **stofflich wiederverwendbar**. Einige Hersteller bieten inzwischen Kork-Dämmplatten aus wiederverwertetem Kork an. Für eine Kompostierung sind sie aufgrund ihrer Inhaltsstoffe nur bedingt geeignet.

Kork weist einen **guten Heizwert** auf und kann deshalb auch einer energetischen Verwertung zugeführt werden. **Allerdings können Reste von Korkdämmstoffen nicht in den betrieblichen Holzfeuerungen verbrannt werden!**

Dichtstoffe

Moderne, energiesparende Gebäudekonstruktionen stellen besondere Anforderungen an die Abdichtung von Fugen. Bei zunehmender Gebäudedämmung kommt der Luftdichtheit im Hinblick auf die Energieeinsparung wie auch die Bauschadensgefährdung eine besondere Bedeutung zu. Näheres zum Thema Luftdichtheit und Raumklima kann man auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima nachlesen.

Der konstruktive Aufbau der Anschlussfuge muss unter Beachtung des möglichen Bewegungsausgleiches zwei grundsätzliche Funktionen erfüllen:

1. **Schutz der Anschlussfuge und des Gebäudeinnern vor dem Außenklima** und
2. **Schutz der Anschlussfuge vor dem Raumklima**.

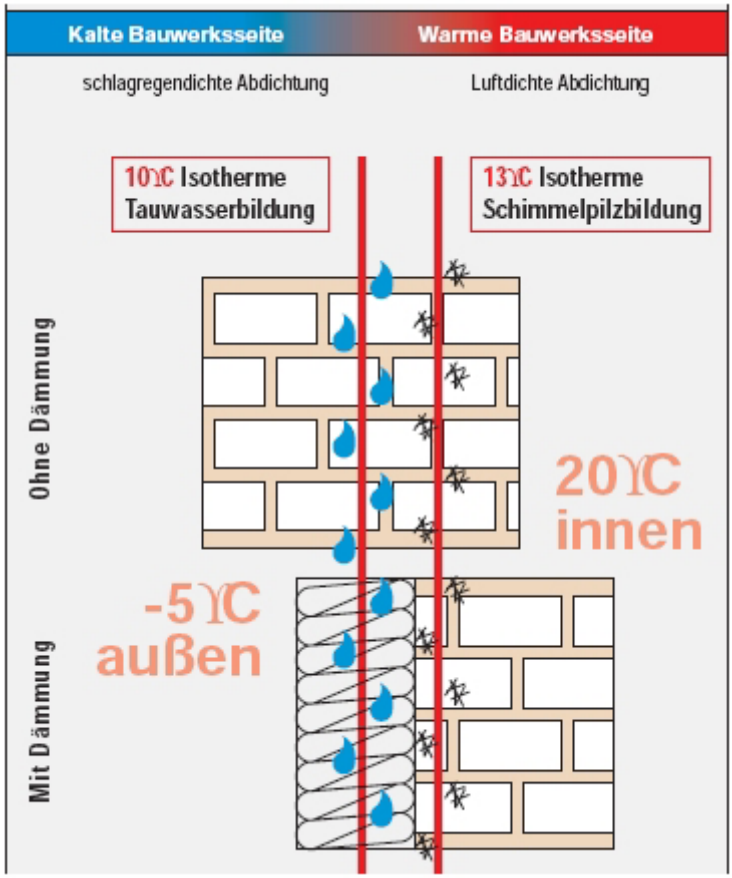
Dabei kommen je nach Anschlusssituation Dichtmassen, Kompribänder oder Folien zum Einsatz.

Zusammenfassung der Randbedingungen mit Mängelbericht (pdf, 565 KB)

Lage der Fugenebene

Während sich die Lage von Fugen bei Dampfbremsen und Fußböden automatisch ergibt, muss sie bei Fenstern und Außentüren festgelegt werden. Die Vorgaben der Energieeinsparverordnung sehen vor, dass die **Oberflächentemperatur an der Innenfuge nicht unter 13 °C absinken** sollte. Ansonsten sind auf der Fugenoberfläche Schimmel und Tauwasserprobleme zu erwarten.

Bild: Dichtungsebenen bei der Fenstermontage



Bei **einschaligem Wandaufbau** sollte die Einbauposition der Fenster bzw. Haustüren im mittleren Drittel der Wand liegen.

Bei **außenseitiger Gebäudedämmung** sollte der Blendrahmen außenbündig zum Mauerwerk gesetzt werden. Der Rahmen verbleibt dann ausreichend im warmen Bereich, kann überdämmt werden und lässt sich leichter befestigen.

Dimensionierung der Fuge

Die Dimensionierung von Gebäudedehnungsfugen ist maßgeblich abhängig vom statisch-konstruktiven Konzept des jeweiligen Bauwerks. Die exakte Fugenbemessung ist Bestandteil der Bauwerksplanung und somit Aufgabe des Architekten. Die erforderliche Fugenbreite ist von den folgenden **Einflussfaktoren** abhängig:

- Thermisch bedingte Bauteilbewegungen
- Abstand der Bewegungsfugen zueinander
- Quell- und Trocknungsbewegungen der Bauteile
- Setzungsbewegungen
- Feuchtigkeitsbedingte Längenänderung der Bauteile

- Fabrikationstoleranz der Bauteile
- Ausführungstoleranz der Bauteile
- Zulässige Stauchung und Dehnung des Fugendichtungsmaterials

Fugenfüllmaterialien, z.B. **Montageschäume**, sind aufgrund ihrer Eigenschaften nicht oder nur in begrenztem Maße in der Lage, Schwind- und Quellbewegungen sowie andere Bauteilverformungen aufzunehmen und deshalb **nicht zur Herstellung der erforderlichen Luftdichtheit geeignet**. Fugendichtungsmassen müssen entsprechend ihrer Dehnung und den zu erwartenden Bewegungen der angrenzenden Bauteile dimensioniert werden.

Die Fugenbreite wird bestimmt durch die temperatur- und feuchtigkeitsbedingten Maßänderungen der Rahmenprofile sowie das Dehnungsverhalten der Fugendichtstoffe.

Funktionen

Die Fugenabdichtung muss eine Vielzahl von Funktionen übernehmen:

- Wärmeschutz
- Winddichtigkeit
- Schallschutz
- Tauwasserschutz
- Brandschutz
- Schlagregenschutz
- Temperaturbeständigkeit

Wärmeschutz

Die Wärme kann entweder mittels Wärmeleitung durch die Baustoffe (Transmission) oder durch Luftströmungen (Konvektion) nach draußen entweichen.

Zur Verringerung des Transmissionswärmeverlustes sollte **der Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge maximal genauso groß wie der des angrenzenden Bauteils sein**. Entsprechend den Vorgaben der **Energieeinsparverordnung** (EnEV) dürfte die Anschlussfuge bei einem Fenster maximal einen U-Wert von 1,7 W/m²K betragen, bei einer Außentür wäre es 2,9 W/m²K. Bei höher wärmegedämmten Fenstern oder Außentüren müsste die Anschlussfuge entsprechend deren Dämmwert angepasst werden.

Winddichtigkeit

Wird ein Gebäude vom Wind angeströmt, so besteht zwischen dem Rauminneren und der vor dem Gebäude angestauten Außenluft eine Druckdifferenz. Infolge dieser Druckdifferenz strömt Luft durch undichte Fugen, wodurch ein Wärmeverlust verursacht wird. Darüber hinaus wird die Luftbewegung im Fugenbereich als Zug empfunden. Die Luftdurchlässigkeit (Winddichtigkeit) einer Fugenkonstruktion wird durch den Fugendurchlasskoeffizienten a gekennzeichnet. Der a-Wert gibt an, wie viel Kubikmeter Luft in einer Stunde durch eine 1 m lange Fuge bei einer Druckdifferenz von 1 daPa hindurchströmt.

Die **Fugendurchlasskoeffizienten** für außen liegende Fenster betragen bei **Gebäuden bis zu 2 Vollgeschossen**,
- Beanspruchungsgruppe A: $a < 2{,}0 m^3/(h \cdot m \cdot (daPa)^{2/3})$

und bei Gebäuden mit **mehr als 2 Vollgeschossen**
- Beanspruchungsgruppe B und C: $a < 1{,}0 m^3/(h \cdot m \cdot (daPa)^{2/3})$

Schallschutz

Die Ausbildung der Fugen beeinflusst in erheblichem Umfang die Schalldämmung des eingebauten Bauteils. Gerade hohe Töne werden durch fehlerhafte Fugenausbildung übertragen. Die Fugen müssen entsprechend den **Herstellervorgaben** ausgebildet werden, damit die Schalldämmung der Fugen dem des Bauteils entspricht.

Tauwasserschutz

Zur Vermeidung von Tauwasser in der Anschlussfuge sind zwei Prinzipien zu beachten:

Raumseitig ist eine relativ dampfdichte Ausbildung (Baustoffe mit einer hohen **Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl**) vorteilhaft, da Wasserdampf dann nur in sehr geringem Umfang in den Außenbauteilquerschnitt gelangen kann.

Außenseitig sind möglichst diffusionsoffene Baustoffe (niedrige Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl) zu wählen, damit Wasserdampf, welcher im Winter bestrebt ist, von innen nach außen zu **diffundieren**, nicht im Querschnitt gehalten wird, sondern an die Außenluft gelangen kann.

Entsprechend den Vorgaben der DIN 4108-3 muss der Wasserdampfdiffusionswiderstand der Dichtungsebenen innen und außen aufeinander abgestimmt sein. **Die außenseitige Dichtung sollte möglichst diffusionsoffen, aber regendicht ausgeführt sein. Der Diffusionswiderstand der inneren Dichte sollte um den Faktor 6 - 10 höher ausgelegt sein als der der Außendichtung.**

Schlagregenschutz

Fugen in Außenbauteilen werden durch Schlagregen (Regen in Verbindung mit Winddruck) beansprucht. Hierbei muss sichergestellt werden, dass das Eindringen von Niederschlagswasser in die Fugenkonstruktion vermieden wird. Die Prüfung zur Wirksamkeit der Fugenabdichtung erfolgt auf Basis der Norm DIN EN 12 208. Hierbei wird die **Fugenkonstruktion in die Beanspruchungsklassen 0 bis 9A bzw. 0 bis 7B** eingeteilt. Die jeweils erforderliche Beanspruchungsgruppe wird vom Planer vorgegeben.

Tabelle: Klassifizierung Schlagregendichtheit

Klasse	Prüfdruck in Pa	Verfahren A	Verfahren B
0	-	nicht geprüft	nicht geprüft
1	0	1A	1B
2	50	2A	2B
3	100	3A	3B
4	150	4A	4B
5	200	5A	5B
6	250	6A	6B
7	300	7A	7B
8	450	8A	-
9	600	9A	-

Quelle: in Anlehnung an DIN EN 12208

Das Verfahren A ist für Produkt geeignet, die nicht geschützt sind, Verfahren B für Produkte, die teilweise geschützt sind.

Brandschutz

Die Beständigkeit von Rauch- und Brandschutzbauteilen wird immer in einer konkreten Einbausituation geprüft. Die Gültigkeit des vergebenen Zertifikats hängt somit auch von der korrekten Montage und Fugenausbildung ab. Entsprechend den **Herstellervorgaben** müssen sich **Betriebe zunächst schulen** lassen, damit sie den ordnungsgemäßen Einbau des Rauch- oder Brandschutzelementes nachweisen können.

Temperaturbeständigkeit

Fugenabdichtungen müssen ihrer Funktion sowohl bei niedrigen Temperaturen als auch bei hohen Temperaturen gerecht werden. Die auftretenden Oberflächentemperaturen von Außenbauteilen sind je nach Himmelsrichtung und Oberflächenfarbgebung unterschiedlich.

Im Temperaturbereich von - 25 °C bis +50 °C muss die Fugenabdichtung ihre Funktion erfüllen. Insbesondere **bei hohen Temperaturen darf es nicht zu einem Austreten von Inhaltsstoffen aus dem Dichtungsmaterial kommen**.

Zusatzanforderungen

Neben den Grundanforderungen, die der Dichtstoff für den Baukörperanschluss aufweisen muss, sind je nach Einsatz weitere zusätzliche Anforderungen notwendig, um eine ausreichende Verträglichkeit mit angrenzenden Baumaterialien sicherzustellen:

Tabelle: Zusatzanforderungen Dichtstoffe im Außenbereich

Klassifikation	Klasse
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,20 N/mm² bei 25 % Dehnung	**La**
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,30 N/mm² bei 25 % Dehnung	**Ha**
Verträglichkeit mit Natursteinen	**N**
Anstrichverträglichkeit - zwischen vorhandener Beschichtung und nachfolgendem Dichtstoff - zwischen Dichtstoff und nachfolgende angrenzende Beschichtung - zwischen Dichtstoff und vollflächiger Beschichtung	 **A1** **A2** **A3**

Quelle: IVD-Merkblatt Nr. 9, Dichtstoffe in der Anschlussfuge, Februar 1997

Tabelle: Zusatzanforderungen Dichtstoffe im Innenbereich

Klassifikation	Klasse
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,20 N/mm² bei 15 % Dehnung	**Li**
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,30 N/mm² bei 15 % Dehnung	**Hi**
Verträglichkeit mit Natursteinen	**N**
Anstrichverträglichkeit - zwischen vorhandener Beschichtung und nachfolgendem Dichtstoff - zwischen Dichtstoff und nachfolgende angrenzende Beschichtung - zwischen Dichtstoff und vollflächiger Beschichtung	 **A1** **A2** **A3**

Quelle: IVD-Merkblatt Nr. 9, Dichtstoffe in der Anschlussfuge, Februar 1997

Dichtmassen

Silikon-Dichtstoffe

Silikon wird zum Abdichten von Fugen verwendet. In Kartuschen oder Schlauchbeuteln abgefüllt, lässt es sich einfach mit der Spritzpistole aufbringen. Silikon ist unempfindlich gegen Kälte sowie Hitze und haftet auf nahezu allen Materialien. Der Werkstoff ist elastisch und überbrückt eine maximale Dauerdehnung von 25% der Strangbreite, ohne dass der Strang an der Fugenflanke abreißt. Der Werkstoff ist in vielen Farben erhältlich.

Silikon-Dichtstoffe härten durch die Luftfeuchtigkeit aus. Sie lassen sich nach der **Vernetzungsart** unterscheiden.

Tabelle: Reaktionsgeschwindigkeit und Haftflächen von Silikon-Dichtstoffen

Vernetzungssystem	Chemische Reaktion	Haftflächen
Amin-Oxim	langsam	Beton, Eternit
Amin	sehr schnell	Beton, Eternit
Oxim	langsam bis schnell	Glas, Metall, Kunststoff
Benzamid	sehr langsam bis schnell	Glas, Metall, Kunststoff
Acetat	schnell	Glas, Eloxal
Alkoxy	sehr langsam bis schnell	Glas, Metall, Kunststoff

Um den richtigen Dichtstoff auszuwählen, sind die Haftung und Verträglichkeit des Dichtstoffs auf den abzudichtenden Bauteilen zu berücksichtigen. Typischerweise kommt Silikon im Sanitärbereich zum Einsatz.

Kennwerte

Silikon-Dichtstoffe weisen folgende Kennwerte auf:

Dampfdiffusionswiderstand	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
ca. 1500	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa

Herstellung

Silikon-Fugendichtstoffe werden aus Silizium gewonnen. Sie enthalten zinnorganische Verbindungen (TBT), die als Katalysator wirken. Zur besseren Beständigkeit gegen Schimmelpilze sind sie zumeist fungizid voreingestellt. Dafür kommen halogenorganische Verbindungen zum Einsatz. Die Wirksamkeit der Fungizide ist beschränkt. Je nach Beanspruchung lässt die Wirksamkeit der Fungizide schnell nach.

Verarbeitung

Nach der aktuellen **DIN 18355 ATV-Tischlerleistungen** gilt die **innere Abdichtung der Anschlussfugen** eines Fensters als "Besondere Leistung". Sie muss **vertraglich vereinbart und extra abgerechnet** werden!

Für den Einsatz von Silikon-Dichtstoffen wie auch von Acrylat-Dispersionen sind folgende **Mindestfugenbreiten** zu empfehlen:

Bild: Mindestfugenbreiten

	Elementlänge						
	bis 1,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m
Werkstoff der Fensterprofile	Mindestfugenbreite für stumpfen Anschlag b_S in mm				Mindestfugenbreite für Innenanschlag b_A in mm		
PVC hart (weiß)	10	15	20	25	10	10	15
PVC hart und PMMA (dunkel) (farbig extrudiert)	15	20	25	30	10	15	20
Harter PUR-Integralschaumstoff	10	10	15	20	10	10	15
Aluminum-Kunststoff-Verbundprofile (hell)	10	10	15	20	10	10	15
Aluminum-Kunststoff-Verbundprofile (dunkel)	10	15	20	25	10	10	15
Holzfensterprofile	10	10	10	10	10	10	10

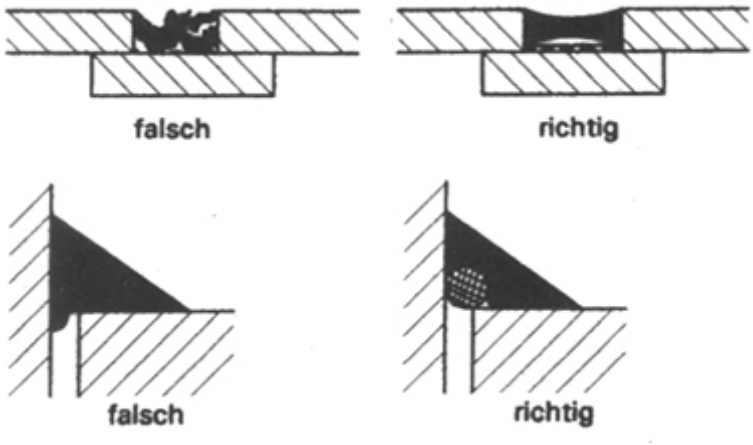
Quelle: IVD-Merkblatt Nr.9, November 2003, S. 22

Dabei sollte der außenseitige Dichtstoff eine Gesamtverformung von mindestens 25 % ermöglichen.

Vor dem Aufbringen des Dichtstoffs müssen **alle Haftflächen sauber, trocken, fest und frei von Staub, Öl, Eis oder anderen Verunreinigungen** sein! Die Oberflächen können mit alkoholartigen Reinigungsmitteln gesäubert werden. Für **saugende Untergründe** muss ein zusätzlicher **Primer** eingesetzt werden. Er dient als Hilfsstoff zur Haftungsvermittlung gegenüber dem Silikon.

Generell ist bei allen Fugendichtmassen eine **Drei-Flankenhaftung zu vermeiden**. Sie verhindert, dass die abdichtenden Bauteile arbeiten können und kann die Fuge durch hohe Teilspannungen zerstören.

Bild: Problem der Dreiflankenhaftung



Das **Verhältnis von Fugenbreite zu Fugentiefe** muss stimmen. Entsprechende Vorgaben werden vom Hersteller der Dichtstoffe gemacht. Nur eine optimale Abstimmung ermöglicht eine ausreichende Dehnfähigkeit des Dichtstoffs. Um die Fugentiefe fachgerecht sicherzustellen, hat sich der Einsatz von **runden Vorfüllprofilen aus Polyethylen** (PE) bewährt.

Grundsätzlich gilt, dass **Silikon nicht überstreichbar** ist!

Gesundheitliche Belastungen

Beim Aushärten entstehen je nach Vernetzungssystem unterschiedliche Stoffe, die durch eine **gute Entlüftung aus dem Raum** abgeführt werden müssen. Essigsäure reizt die Augen und Atemwege. Die Amine sind oft mit krebserzeugenden Nitrosaminen verunreinigt.

Es bilden sich häufig Schimmelflecken an der Oberfläche. Sie sind zwar in der Regel gesundheitlich unbedenklich, werden aber als unangenehm empfunden. Die Schimmelsporen finden insbesondere im Sanitärbereich an den Oberflächen durch Feuchtigkeit und Wärme oft ein ideales Wachstumsklima. Es bilden sich punktförmige Flecken, die sich vergrößern. Nur zu Beginn können diese noch mechanisch von der Oberfläche entfernt werden. Als wichtigste **Vorsorgemaßnahmen gegen Schimmelbefall** können genannt werden:

1. Ausreichende Lüftung zur Absenkung der Raumfeuchte
2. Regelmäßige Reinigung der Fugen
3. Möglichst glatte Fugen

Bei der Verfugung muss der Dichtstoff so ausgeführt sein, dass sich Feuchtigkeit nicht sammeln oder stauen kann. Hier sind Dichtstoffe mit geringen Schwundraten günstiger. Je geringer die Hohlkehle der Fuge und je glatter die Übergänge, desto weniger Feuchtigkeit kann sich in der Fuge ansammeln und dort das Schimmelwachstum begünstigen.

Bild: Korrekte Fugenausbildung

Quelle: IVD-Merkblatt Nr. 14, Dichtstoffe und Schimmelbefall, Dezember 2002, S. 11

Die häufig verwendeten **Haushaltsreiniger zum Glätten der Fugen** bilden oft einen nährstoffreichen Grundstock auf der Fugenoberfläche als Grundbaustein für ein späteres Schimmelwachstum. Hier sollte auf die speziellen Glättmittel der Hersteller zurückgegriffen werden.

Acrylat-Dispersionen

Acrylat Dispersionen enthalten Wasser. Dadurch können auch **Materialien auf feuchtem, saugendem Untergrund** verarbeitet werden. Sie kommen deshalb vor allem im Baubereich beim Abdichten von Putzschichten und Holzbauteilen zum Einsatz. Für Nassräume sind Acrylate in der Regel nicht geeignet.

Die maximale Gesamtverformung beträgt bei den Acrylaten 25 %. Wenn das Wasser nach dem Verarbeiten des Dichtstoffes verdunstet, nimmt das Volumen des Dichtstoffes zwangsläufig ab.

Kennwerte

Acrylat-Dispersionen weisen folgende Kennwerte auf:

Dampfdiffusionswiderstand	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
ca. 3200	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa

Herstellung

Acrylat-Dispersionen sind ein Produkt der chemischen Kunststoffindustrie. Sie basieren ausschließlich auf Erdölprodukten.

Verarbeitung

Die Hinweise zur Verarbeitung von Acrylat-Dispersionen entsprechen denen für Silikon-Dichtstoffe.

Allerdings können Acrylate überstrichen werden!

Bedingt durch den erhöhten Anteil an Wasser müssen Acrylat-Dispersionen **frostsicher gelagert** werden.

Gesundheitliche Hinweise

Dadurch dass Acrylate nicht im Sanitärbereich eingesetzt werden, enthalten sie in der Regel **keine Fungizide**.

Die **Belastung durch Schimmel ist allerdings ebenso gegeben**. Insbesondere, wenn die Oberflächentemperatur unter 13 °C fällt, bildet sich ein erhöhtes Feuchtigkeitsmilieu, das dem Schimmelwachstum förderlich ist.

Fugendichtungsbänder

Fugendichtungsbänder sind komprimierte Schaumstoffbänder aus Polyurethan. Wie das Bild verdeutlicht, können sich die Bänder in der Breite deutlich ausdehnen und dabei auch ungleiche Fugenbreiten ausgleichen. Es können Fugen bis maximal 40 mm abgedichtet werden.

Fugendichtbänder werden nach der Norm DIN 18542 in zwei **Beanspruchungsgruppen** unterteilt:

Tabelle: Beanspruchungsgruppen Fugendichtbänder

Beanspruchungsart	Beanspruchungsgruppe BG 1	Beanspruchungsgruppe BG 2
Fugenwitterung	direkt	entfällt
Schlagregeneinwirkung	stark	gering
Tauwassereinwirkung	hoch	gering
Einwirkung von Luftfeuchte	langzeitig	langzeitig
Winddichtigkeit	normal	normal

Quelle: In Anlehnung an DIN 18542, Januar 1999

Die **technischen Anforderungen** zu den beiden Beanspruchungsgruppen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle: Anforderungen an die Beanspruchungsgruppen

Nr.	Eigenschaft	BG 1	BG 2
1	Fugendurchlass-koeffizent a bei 10 Pa	x ≤ 0,1m³/(h · m · [daPa]^n)	≤ 0,1m³/(h · m · [daPa]^n)
2	Schlagregendichtheit von Fugen bei p	≥ 600 Pa	≥ 300 Pa
3	Schlagregendichtheit von Fugenkreuzen bei p	x ≥ 600 Pa	---
4	Temperaturwechsel-beständigkeit	von -20 bis +80°C	von -20 bis +60°C
5	Beständigkeit gegen Licht- und Feuchteeinwirkung	muß sichergestellt sein	---
6	Verträglichkeit mit angrenzenden Baustoffen	bis +80°C	bis +60°C
7	Brandverhalten	B1	B2
8	Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl μ	≤ 100	≤ 100

Quelle: In Anlehnung an DIN 18542, Januar 1999

Kennwerte

Fugendichtbänder weisen folgende Kennwerte auf:

Dampfdiffusionswiderstand	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
10 - 100	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa

Herstellung

Fugendichtbänder bestehen aus einem weichen Schaumstoff aus Polyisocyanaten (35 %) und Polyolen (50 %). Der Umgang mit dem Rohstoff Isocyanat beinhaltet ein besonders gesundheitsgefährdendes Potenzial. Er wird aus dem sehr giftigen Gas Phosgen gewonnen und unterliegt deshalb aufwendigen Sicherheitsvorschriften.

Um die Feuchteaufnahme zu vermeiden, weisen die Dichtbänder eine Acrylat-Dispersionsimprägnierung auf. Teilweise wird ein flammhemmendes Mittel wie Aluminiumoxid beigemischt, um die Brennbarkeit zu verringern.

Verarbeitung

Für den Einsatz von Fugendichtbändern sind folgende **Mindestfugenbreiten** zu empfehlen:

Bild: Mindestfugenbreiten Fugendichtbänder

	ELEMENTLÄNGE						
	bis 1,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m
Werkstoff der Fensterprofile	Mindestfugenbreite für stumpfen Anschlag b_S in mm				Mindestfugenbreite für Innenanschlag b_A in mm		
PVC hart (weiß)	8	8	10	10	8	8	8
PVC hart und PMMA (dunkel) (farbig extrudiert)	8	10	10	12	8	8	8
Harter PUR-Integralschaumstoff	6	8	8	10	8	8	8
Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile (hell)	6	8	10	10	8	8	8
Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile (dunkel)	6	8	10	10	8	8	8
Holzfensterprofile	6	8	8	8	6	8	8

Quelle: In Anlehnung an die DIN 18542, Januar 1999

Zur Verlegung werden Maßband, Spachtel, Schere oder Messer und evtl. Holzkeile benötigt.

Für die Verarbeitung können folgende **Hinweise** gegeben werden:

- Das überkomprimierte Anfangs bzw. Endstück abschneiden.
- **Beim Ablängen des Bandes mindestens 1cm/m dazu geben.**
- Bei senkrechten Fugen mit der Verlegung unten beginnen. **Die Bandenden werden stumpf gestoßen.**

- Die Fugenflanken sollten parallel verlaufen (max. 3 Grad Abweichung). Weiterhin müssen die Fugenflanken grob von Bauschmutz und Mörtelresten gereinigt werden.
- Das Band sollte aus optischen Gründen 1 bis 2 mm von der Vorderkante der Fugenflanke nach innen verlegt werden.

Bild: Verarbeitungshinweise Fugendichtbänder

Bild 1: Eckauslegung bei der Fenstermontage

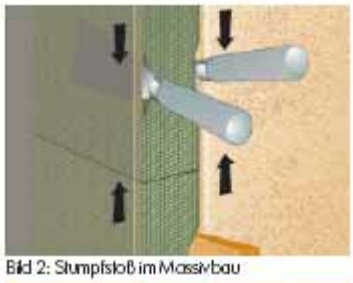


Bild 2: Stumpfstoß im Massivbau

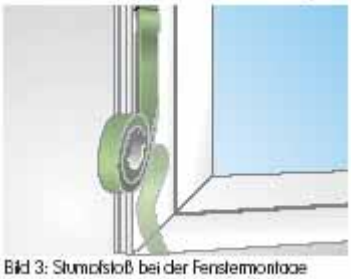


Bild 3: Stumpfstoß bei der Fenstermontage

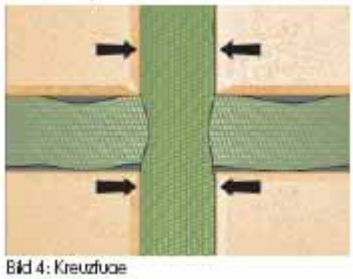


Bild 4: Kreuzfuge

Nasse Fugen können die als Montagehilfe dienende Selbstklebung neutralisieren. In diesem Fall kann das Fugendichtband bis zur Aufgehzeit mit Keilen fixiert werden (Bild 2).

Das Fugendichtband **darf nicht um Rahmenecken geführt** werden (Bild 1). Die Bänder müssen immer stumpf gestoßen werden (Bild 3).

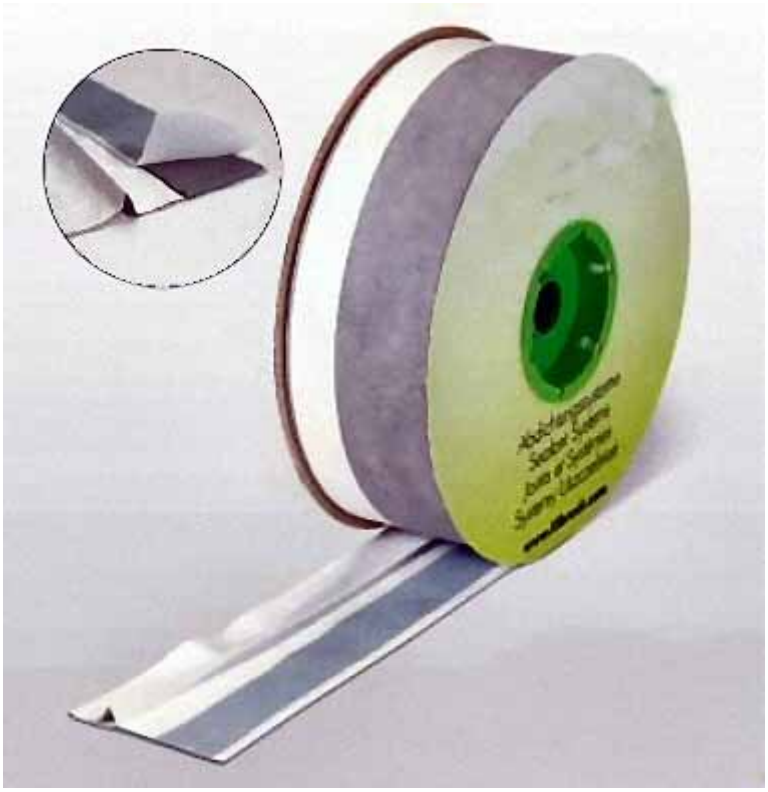
Bei Kreuzfugen ist der **flächenbündige Übergang im Stoßbereich** zwischen senkrechtem und waagrechtem Fugenband zu beachten (Bild 4).

Das Band darf nicht mit lösemittelhaltigen oder aggressiven Chemikalien in Verbindung gebracht werden.

Gesundheitliche Belastungen

Die ausgehärteten Schaumstoffbänder geben keine Schadstoffe an die Umgebung ab. Das Produkt ist nicht kennzeichnungspflichtig im Sinne der Gefahrstoffverordnung. Eine sensibilisierende Wirkung wurde bislang nicht festgestellt.

Folienabdichtung



Folien nehmen im Baubereich einen breiten und wichtigen Raum ein. Sie dienen der flächigen Abdichtung der Räume wie auch der Anschlüsse zwischen unterschiedlichen Bauteilen.

Folien werden im Innenbereich wie auch im Außenbereich eingesetzt. Sie sind der Baustoff, um

- im **Innern eine größtmögliche Luftdichtheit** zu erreichen und
- von **Außen einen optimalen Schlagregenschutz** zu gewährleisten.

Die Folien unterscheiden sich dabei vor allem in ihrer **Wasserdampfdurchlässigkeit**. Dabei gilt nach der Norm DIN 4108-3 folgende Einteilung:

diffusionsoffen	s_d-Wert kleiner 0,5 m
diffusionshemmend	s_d-Wert zwischen 0,5 m und 1500 m
diffusionsdicht	s_d-Wert größer als 1500 m

Die beiden **s_d-Werte für die innere und äußere Abdichtung müssen in einem bestimmten Verhältnis stehen**. Es muss gewährleistet sein, dass

1. einerseits Luftfeuchtigkeit aus dem Inneren nach Außen gelangen kann,
2. Feuchtigkeit aus dem Bauteilinneren im ausreichenden Umfang die Möglichkeit hat im Sommer auszutrocknen.

Die genaue Berechnung der Tauwassermenge erfolgt nach den Vorgaben der DIN 4108-3.

Tabelle: Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d für Innen und Außen

s_d-Wert außen	s_d-Wert innen
kleiner 0,1 m	größer gleich 1,0 m
kleiner 0,3 m	größer gleich 2,0 m
größer 0,3 m	größer 6 mal s_d-Wert außen

Quelle: In Anlehnung an DIN 4108-3, Juli 2001

Bei Neubauten wählt man heute meist eine möglichst diffusionsoffene Außendichtung mit einem s_d-Wert von weniger als 0,5 m. Die innere Abdichtung muss dichter sein, bleibt aber dennoch noch relativ diffusionsoffen.

Bei der Sanierung von Altbauten, z.B. im Dachausbau, verbleibt die äußere Abdichtung oft im Baukörper, die Dämmung und die innere Abdichtung werden ergänzt. **Da früher im Außenbereich meist recht diffusionshemmende Folien zum Einsatz kamen, sollte die entsprechende Innenabdichtung einen größeren s_d-Wert aufweisen.** Es ist dafür wichtig, zunächst den Wasserdampfdurchlasswiderstand der äußeren Folie zu ermitteln.

Bei schwierigen Randbedingungen bietet es sich an, Folien mit einem feuchteabhängigen s_d-Wert einzusetzen. Diese Folien weisen einen s_d-Wert zwischen 0,25 m - 10 m auf. Im Winter, wenn der Feuchtedruck von Innen nach Außen sehr groß ist, bleibt der s_d-Wert über 10 m. Im Sommer bei entsprechend geringer Belastung sinkt der s_d-Wert stark ab und ermöglicht so ein optimales Austrocknungspotenzial.

Kennwerte

Folien können in einem weiten Bereich an Kennwerten hergestellt werden:

Wasserdampfdurchlässigkeit	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
100 - 10.000.000	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa für Außenfolien

Herstellung

Folien werden aus Polypropylen oder Polyethylen hergestellt. Sie basieren ausschließlich auf Produkten der erdölbasierenden Kunststoffindustrie. Nachwachsende Rohstoffe kommen hier noch nicht zum Einsatz.

Für besonderes hohe Diffusionswiderstandswerte werden die Folien mit einer Aluminiumschicht kaschiert. Aluminium weist einen sehr hohen Widerstand gegen Feuchtebewegungen auf.

Folien **als Baustoff sind normal entflammbar**. Sie werden der **Baustoffklasse B2** zugeordnet.

Folienbänder zum Abdichten werden mit einem Klebestreifen an beiden Längsseiten versehen, um die Abdichtung zwischen den Bauteilen zu erleichtern.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung von **Folien zum Abdichten der Fugen zwischen Fenster und Mauerwerk** können folgende **Hinweise** gegeben werden:

- Die Folien werden mit der Selbstklebung so auf den Fensterrahmenrücken geklebt, dass die Dehnfalte mit der Rahmeninnenfläche abschließt (Bild 1).
- Folie auf der ganzen Seite des Fensters ankleben und mindestens 2 cm (innen) bzw. 3 cm (außen) über den Eckbereich überstehen lassen.
- Folie knicken und zurückfalten. Die Selbstklebungen liegen dabei aufeinander (Bild 2).
- Die Schutzfolie auf der Gegenseite abziehen und in der Flucht des Blendrahmens auf den Untergrund aufkleben und sorgfältig mit Hilfe einer Andruckrolle anrollen (Bild 3 und 4).
- **Es sollte eine Wellenform zwischen Baukörper und Fensterelement vorgesehen werden. Dadurch kann sich bei Bewegungen in der Anschlussfuge keine Zugspannung aufbauen, die die Folie evtl. aus ihrer Verklebung lösen würde.**

- Die am Mauerwerk befestigte Folienseite kann mit Mörteln überputzt werden.

Bild: Verarbeitungshinweise Fugenabdichtungsfolien

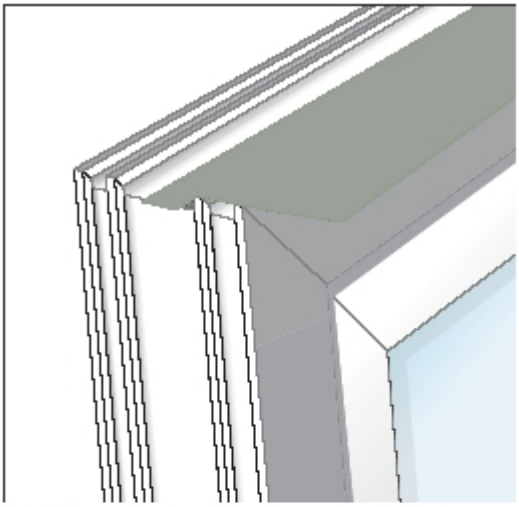


Bild 1: Folie auf Fensterrahmenrücken kleben

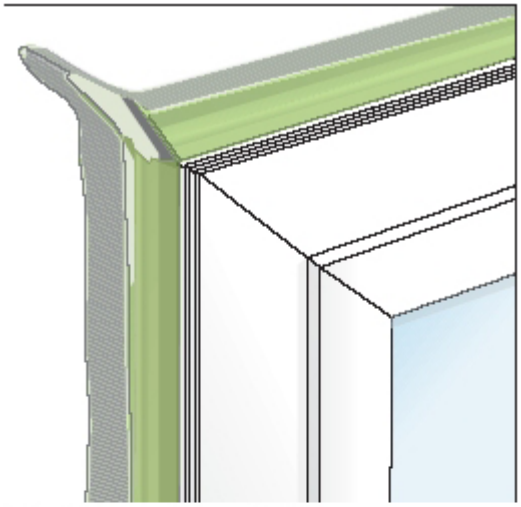


Bild 2: Folie im Eckbereich falten

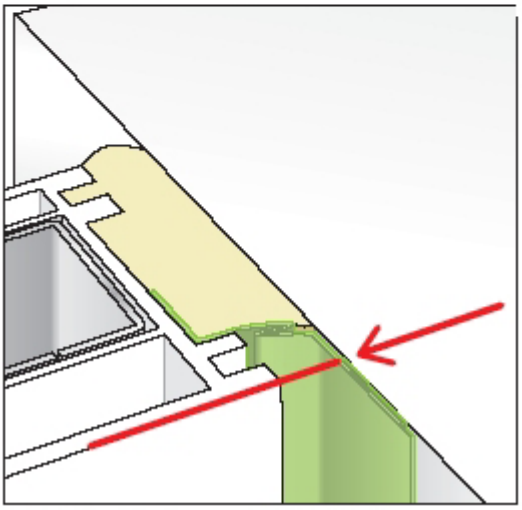


Bild 3: Positionierung des Butylstreifens

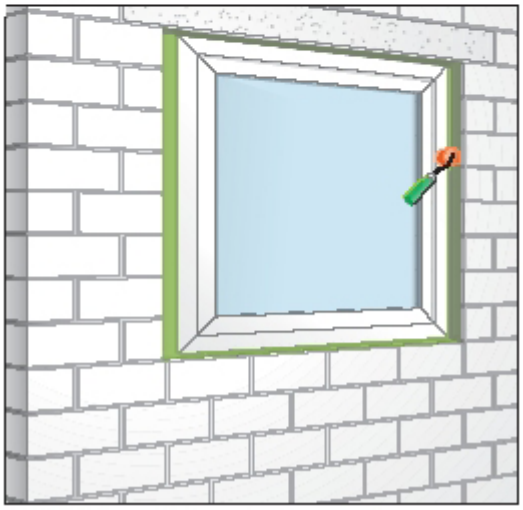
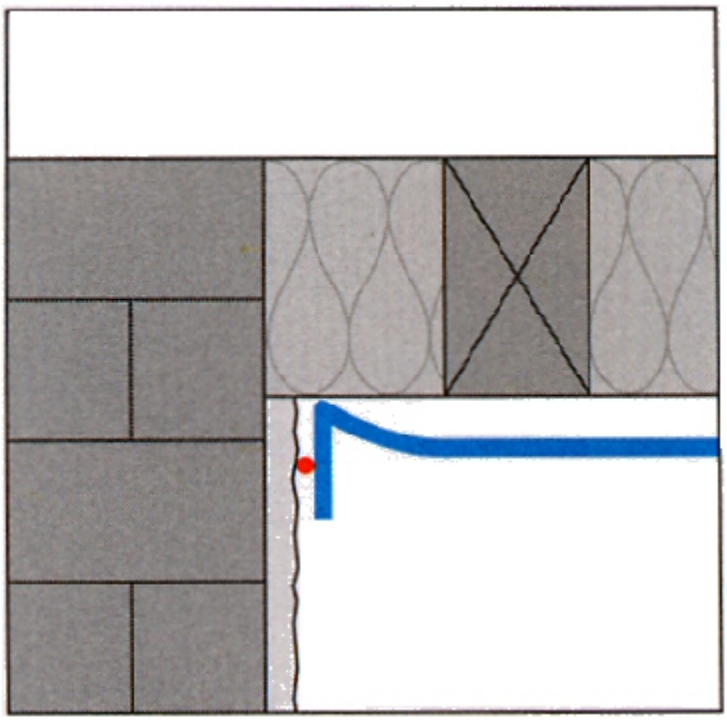


Bild 4: Folie mit Andruckroller anrollen

Bei der flächigen Verarbeitung sind die Folien nicht mit Selbstklebestreifen versehen, sondern werden mit Klebebändern oder Montagekleber an den jeweiligen Stoßflächen befestigt.

Bild: Abdichten von flächigen Folien



Dabei sollten folgende Punkte beachtet werden:

- **Die Folienränder sollten an allen Übergängen zum Mauwerk mit Kleber besäumt werden.** Idealerweise werden die Folien gegen den Kleber auf dem Mauerwerk mit einer Leiste fixiert.
- Die Folien sollten vollständig und ohne Blasenbildung in den Kleber eingebettet werden.
- Im **Stoßbereich** zwischen zwei Folien sollte eine **Überlappung der Folien von 50 bis 100 mm** vorgesehen werden.

Hinweise zum Abdichten von Durchdringungen wie Rohre oder Leitungen können auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima eingesehen werden.

Gesundheitliche Belastungen

Die Folien geben bei der Verarbeitung keine Schadstoffe ab. Es ist nicht mit besonderen Belastungen zu rechnen. Die Schadstoffemissionen während der Nutzungsdauer können vernachlässigt werden.

Holzschutz

Holzschutz im weitesten Sinne umfasst alle Maßnahmen zur Erhaltung von Holz und Holzwerkstoffen. Es wird dabei unterschieden zwischen

- konstruktivem,
- physikalischem und
- chemischem Holzschutz.

Dem **konstruktiven Holzschutz kommt eine grundlegende Bedeutung zu**. Durch konstruktive Holzschutzmaßnahmen kann die Beständigkeit der Bauteile verbessert und die Gefährdung teilweise verringert werden. Konstruktiver Holzschutz ist eine wesentliche Voraussetzung für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit einer Konstruktion. Neben dem konstruktiven Holzschutz muss zusätzlich für

tragende Bauteile entsprechend der Gefährdung ein chemischer Holzschutz oder eine entsprechend **resistente** Holzart vorgesehen werden.

Der Schreiner ist vom **vorbeugenden chemischen Holzschutz** vor allem bei Fenstern und Türen betroffen. Aber auch für andere nicht tragende Bauteile muss ein entsprechender Holzschutz gewährleistet werden.

Wenn es zum konkreten Befall mit tierischen oder pflanzlichen Schädlingen kommt, muss dass **Gebäude oder Bauteil saniert** werden. Dies erfordert besondere Qualifikationen und sollte durch entsprechende Fachbetriebe vorgenommen werden.

Holzschutzmittel werden schon seit fast 100 Jahren eingesetzt. Die dadurch entstehenden **gesundheitlichen Risiken** sind erst seit Beginn der 80er Jahre ausreichend bekannt. Vor allem in Innenbereichen mussten hier besondere Maßnahmen getroffen werden, um die Belastungen durch Holzschutzmittel abzubauen.

Gefährdungsklassen Massivholz

Durch die DIN 68 800 "Holzschutz im Hochbau" Teil 3 werden eindeutige Vorgaben gemacht, in welchen Bereichen ein besonderer Holzschutz erforderlich ist. Die spezifischen Gefährdungen werden in sechs verschiedenen Klassen definiert. Daraus ergeben sich folgende Vorgaben für den Holzschutz:

	Beanspruchung	Gefährdung	Prüfprädikat
0	Innen verbautes Holz, ständig trocken	keine	-
1	Innen verbautes Holz, ständig trocken	Insekten	Iv
2	Holz, das weder dem Erdkontakt noch direkt der Witterung oder Auswaschung ausgesetzt ist, vorübergehende Befeuchtung möglich	Insekten, Pilze	Iv, P
3	Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, aber ohne Erdkontakt	Insekten, Pilze, Auswaschung	Iv, P, W
4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt	Insekten, Pilze, Auswaschung, Moderfäule	Iv, P, W, E
5	Mehrwasserkontakt, Kühlturmhölzer (Hafenbau, Küstenschutz, Kühltürme)	Insekten, Pilze, Auswaschung, Moderfäule Muschelbesatz, Termiten	Iv, P, W, E

Die Gefährdungsklasse 5 wird im Rahmen der europäischen Normung EN 335-2 zukünftig eingeführt.

Abhängig von der Einstufung kann entweder

- ein typisches Bauholz wie Fichte gewählt werden, das mit einem Holzschutzmittel behandelt wird, welches das entsprechende Prüfprädikat aufweist

oder

- eine Holzart gewählt werden, die bei der betreffenden Gefährdung eine ausreichende Resistenz nach DIN EN 350 Teil 2 aufweist.

Die Norm DIN 68800-3 wurde bauaufsichtlich zugelassen, d.h. **ihre Vorgaben werden vertraglicher Bestandteil, auch wenn sie nicht direkt im Werkvertrag erwähnt werden.**

Die Vorgaben der Norm 68800-3 gelten für alle Bauteile aus Holz. Sie stellen eine wichtige Orientierung dar in welchen Bereichen durch geeignete Konstruktion und Auswahl der Holzarten ein dauerhafter Holzschutz gewährleistet werden kann.

Gefährdungsbereiche Holzwerkstoffe

Nach der DIN 68800-2 werden für den Einsatz von Holzwerkstoffen Gefährdungsbereiche definiert und entsprechende Kennzeichnungen definiert:

Tabelle: Gefährdungsklassen Holzwerkstoffe

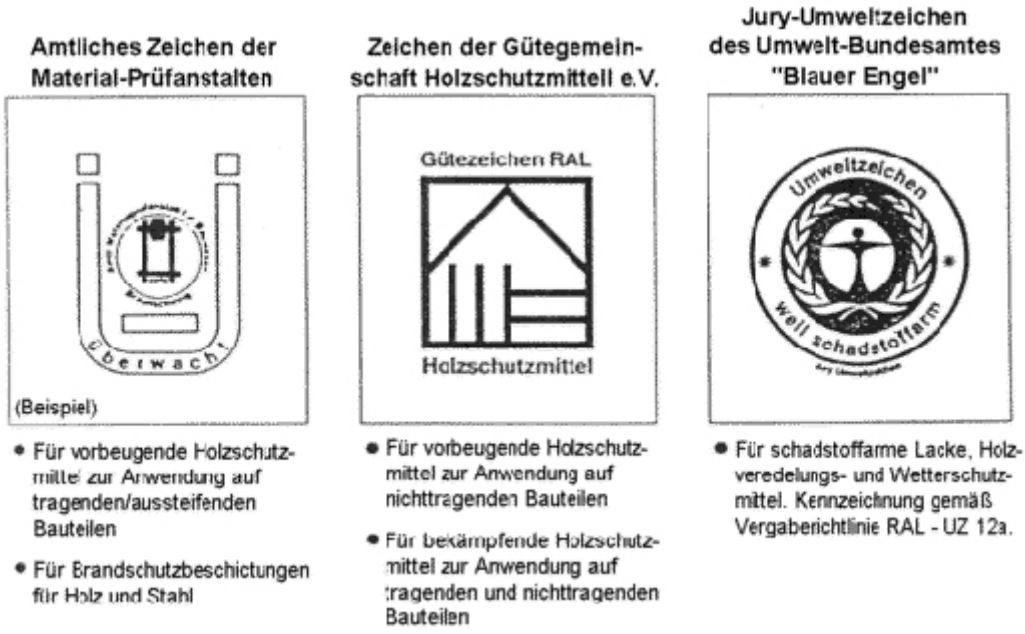
Klasse	Anwendungsbereich	Holzwerkstoffklasse
1.1	Raumseitige Bekleidung von Wänden und Decken	20
1.2a	Obere Beplankung von Deckung unter nicht ausgebauten Dachgeschossen bei ausreichender Dämmschichtauflage (**Wärmedurchlasswiderstand** größer 0,75 m²K/W)	20
1.2b	Obere Beplankung von Deckung unter nicht ausgebauten Dachgeschossen bei nicht ausreichender Dämmschichtauflage (Wärmedurchlasswiderstand kleiner 0,75 m²K/W))	100
2	Außenbeplankung von Außenwänden allgemein	100
3.11	Obere Beplankung von Dächern mit aufliegender Wärmedämmschicht	20
3.1.2	Obere Beplankung von Dächern ohne aufliegende Wärmedämmschicht	100 G
3.2.1	Geneigtes Dach mit Dachdeckung	100
3.2.2	Flachdach mit Dachabdichtung	100 G
3.3.1	Dachquerschnitt unterhalb der Beplankung oder Schalung nicht belüftet, Beplankung oberseitig mit wasserabweisender Folie abgedeckt	100 G
3.3.2	Dachquerschnitt unterhalb der Beplankung oder Schalung nicht belüftet, keine dampfsperrenden Schichten unterhalb der Beplankung, Wärmeschutz oberhalb der Beplankung	100

Quelle: In Anlehnung an DIN 68800-2, Mai 1996

Prüfkennzeichen

Wenn ein Holzschutzmittel zum Einsatz kommen soll, darf nur ein Mittel mit einem **amtlichen Prüfkennzeichen** verwendet werden. Die Prüfanforderungen des RAL gewährleisten zudem, dass das Mittel eine ausreichende Fixierung aufweist und dem Stand der Technik nach umweltverträglich ist. Mittel mit dem Kennzeichen des blauen Engels haben keine chemischen Wirkstoffe, sondern dienen vor allem dem Witterungsschutz des Holzes, damit dessen Auffeuchtung vermindert wird.

Bild: Übersicht der Qualitätszeichen für Holzschutzmittel


Amtliches Zeichen der Material-Prüfanstalten
überwacht
(Beispiel)
• Für vorbeugende Holzschutzmittel zur Anwendung auf tragenden/aussteifenden Bauteilen
• Für Brandschutzbeschichtungen für Holz und Stahl
Zeichen der Gütegemeinschaft Holzschutzmittell e.V.
Gütezeichen RAL
Holzschutzmittel
• Für vorbeugende Holzschutzmittel zur Anwendung auf nichttragenden Bauteilen
• Für bekämpfende Holzschutzmittel zur Anwendung auf tragenden und nichttragenden Bauteilen
Jury-Umweltzeichen des Umwelt-Bundesamtes "Blauer Engel"
Umweltzeichen
weil schadstoffarm
• Für schadstoffarme Lacke, Holzveredelungs- und Wetterschutzmittel. Kennzeichnung gemäß Vergaberichtlinie RAL - UZ 12a.

Resistenzklasse

Entsprechend der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Holzarten gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen werden diese in 5 verschiedene Resistenzklassen eingeteilt. Für die Resistenzklasse 1 gelten die höchsten Anforderungen während die Klasse 5 nur einen sehr geringen Schutz bietet. Die Resistenz eines Holzes wird im Wesentlichen von den Holzinhaltsstoffen bestimmt. Sie stellen mehr oder weniger starke biologische Gifte dar, um sich der Schädlinge erwehren zu können.

Entsprechend der Gefährdungsklasse werden entsprechende Anforderungen an die Wirksamkeit der eingesetzten Holzschutzmittel vorgegeben. **Auf einen chemischen Holzschutz kann verzichtet werden, wenn eine der Gefährdungsklasse entsprechende Holzart gewählt wird**:

Gefährdungsklasse **1**	Kernhölzer mit max. 10 % Splintanteil
Gefährdungsklasse **2**	Splintfreie Kernhölzer der Resistenzklasse 1, 2 oder 3
Gefährdungsklasse **3**	Splintfreie Kernhölzer der Resistenzklasse 1 oder 2
Gefährdungsklasse **4**	Splintfreie Kernhölzer der Resistenzklasse 1

Die Resistenzklassen sind in der Norm EN 350-2 für die verschiedenen Holzarten aufgeführt. Die Hölzer werden dabei in 5 verschiedene Klassen eingeteilt. Die Klasse 1 weist die höchste, entsprechend die Klasse 5 die geringste Resistenz auf. Daraus ist der folgende Auszug entnommen:

Resistenzklasse **5**	• Ahorn • Erle • Birke • Buche • Esche • Wawa
Resistenzklasse **4**	• Fichte • Tanne • Kiefer

	• Limba • Hemlock • Rüster • Gaboon • Meranti (Rohdichte kleiner 0,49 g/l)
Resistenzklasse **3**	• Lärche • Douglasie • Nussbaum
Resistenzklasse **2**	• Eiche • Red Cedar • Bubinga • Bongossi • Wenge • Bankirai • Meranti (Rohdichte größer 0,5 g/l)
Resistenzklasse **1**	• Afzelia • Teak • Iroko • Kampala • Mansonia • Robinie

Die höherwertigen Hölzer sind überwiegend Tropenhölzer. Sie haben besondere Inhaltsstoffe, die sie vor Insekten- und Pilzbefall schützen. Robinie ist das einzige europäische Laubholz der Resistenzklasse 1. Als Nadelholz hat Western Red Cedar die höchste Resistenz.

Chemischer Schutz

Fenster und Haustüren

Die Norm DIN 68800-3 macht für die Bauteile Fenster und Haustüren besondere Vorgaben:

"Hinweise für den Schutz von nichttragendem maßhaltigen Holz (Außenfenster und Außentüren)

1. **Außenfenster und Außentüren gehören der Gefährdungsklasse 3** an.

1.1 **Wenn nachträglich ein dauerhaft wirksamer Oberflächenschutz, z.B. durch Instandhaltung und rechtzeitige Instandsetzung, gewährleistet ist, können Außenfenster in die Gefährdungsklasse 2 eingestuft werden. Ein ausreichender Oberflächenschutz des Holzes wird jedoch erst durch ein komplettes Anstrichsystem erreicht.** Es dürfen keine auswaschbaren Präparate eingesetzt werden.

1.2 Eine Gefahr von Schäden durch Insekten ist im Allgemeinen nicht gegeben. Auf einen besonderen **insektiziden Schutz sollte verzichtet** werden.

2. Erforderlich ist ein **chemischer Holzschutz gegen Bläue und holzzerstörende Pilze**; es sei denn, es wird das Kernholz von Holzarten der Resistenzklasse 1 und 2 nach DIN 68364 verwendet. Soll bei

Splintholz sowie bei Kernholz von Holzarten der Resistenzklasse 3 bis 5 (nach DIN 68364) auf einen chemischen Holzschutz verzichtet werden, so ist dies schriftlich zu vereinbaren.

3. Es sind Holzschutzmittel anzuwenden, deren Wirksamkeit und deren gesundheitliche Unbedenklichkeit bei bestimmungsgemäßer Anwendung festgestellt ist.

4. Die einzubringenden Schutzmittelmengen müssen die festgestellte Wirksamkeit sicherstellen. Sie sind auf dem Gebinde anzugeben.

5. Die Bauteile müssen allseitig behandelt werden. Vor dem Einbau müssen die Fenster und Außentüren zusätzlich zu der Schutzbehandlung mindestens einen Grundanstrich und einen Zwischenanstrich erhalten.

Anmerkung: Bei Anwendung entsprechender Präparate können gegebenenfalls Holzschutzbehandlung und Grundanstrich in einem Arbeitsgang erfolgen."

Für die typischen **Weichholzarten Kiefer und Fichte (Resistenzklasse 4) werden damit verbindlich Vorgaben für einen ausreichenden Bläueschutz gemacht**. Da diese Hölzer häufig mit helleren Farbtönen für die Oberflächenlasuren kombiniert werden, macht sich der holzverfärbende Bläuepilz deutlich bemerkbar. Bei der Holzart Lärche hingegen kann bei ausreichender Oberflächenbeschichtung auf einen entsprechenden zusätzlichen Holzschutz verzichtet werden. Gleiches gilt insbesondere für Meranti und vergleichbar resistente Holzarten.

In den 80er und 90er Jahren wurden häufig Fenster aus Kiefer und Fichte mit farblosen oder sehr hellen Oberflächenlasuren hergestellt. In Verbindung mit einem ungenügenden konstruktiven Holzschutz haben sich daraus oft schon nach wenigen Jahren Schadensfälle ergeben, die dem Image des Holzfensters sehr geschadet haben. **Insbesondere auf Kiefern-Splintholz sollte weitestgehend verzichtet werden**, da hier in der Vergangenheit die Schäden durch Pilzbefall besonders gehäuft auftraten.

Die Holzverfärbung durch **Bläuepilze stellen in erster Linie eine optische Beeinträchtigung dar**. Der Bläuepilz beeinflusst nicht die Zellstrukturen und somit auch nicht die Festigkeit des Holzes. **Das Holz nimmt** allerdings in bläubefallenen Bereichen **die Feuchtigkeit leichter auf**, es wird poröser. Dies erleichtert den weiteren Befall durch holzerstörende Pilze.

Wenn auf Wunsch des Kunden von den Vorgaben der Norm abgewichen wird, sollte dies schriftlich ausdrücklich festgehalten werden, um nachträglichen Reklamationen vorzubeugen.

Sonstige nichttragenden Holzbauteile

Für sonstige nicht tragende Holzbauteile wie Verkleidungen, Pergolen u.ä. ist im Einzelfall zu vereinbaren, ob chemische Schutzmaßnahmen vorgenommen werden sollen. Maßgebend hierfür sind im Wesentlichen

- Ausmaß der Gefährdung entsprechend der Gefährdungsklasse
- Wert oder Bedeutung der Holzbauteile
- Kundenpräferenzen

Im Bereich der nicht tragenden Holzbauteile besteht somit ein größerer Spielraum, im konkreten Anwendungsfall mit dem Kunden eine geeignete Lösung abzustimmen. Für die Behandlung mit Holzschutzmitteln sollte dabei ausschließlich auf **Produkte mit einem Prüfkennzeichen** zurückgegriffen werden.

Im **Innenbereich sollte ausschließlich auf konstruktiven Holzschutz gesetzt werden.** Lediglich für Abachi, Limba und Eichensplintholz wird ein **insektizides** Mittel gegen **Lyctusbefall** empfohlen.

Wirkstoffe

Seit Anfang der 90er Jahre sind die früher eingesetzten Wirkstoffe **PCP** oder Lindan verboten. Die daraus entstandenen Altlasten führen aber immer noch zu aufwändigen Umbaumaßnahmen. Während PCP inzwischen europaweit verboten ist, gilt das nicht für den Wirkstoff Lindan. **Importe aus dem Ausland dürften deshalb häufig diese bei uns verbotenen Wirkstoffe noch beinhalten**.

Heute werden überwiegend für den vorbeugenden chemischen Holzschutz gegen Pilze folgende **Wirkstoffe** eingesetzt:

- **Triazole** (z.B. Propiconazol)
- **Dichlofluanid**

jeweils in Konzentrationen von weniger als 1 Prozent. Bei diesen Wirkstoffen wurde ein gewisses **sensibilisierendes Potenzial** festgestellt. Es kann im Einzelfall bei dem Verarbeiter zu allergischen Reaktionen kommen.

Mit geringerer Giftigkeit werden Anstrichmittel auf der Basis von **Borsalzen** angeboten. Borsalze weisen gegenüber den Menschen keine nachweisbare Gefährdung auf. Sie verbessern den Holzschutz und verringern die Brennbarkeit. Viele Dämmstoffe werden damit behandelt, um die **Baustoffklasse B2** sicherzustellen.

Verarbeitung

Die Behandlung von Fenstern und Haustüren mit bläueschutzhaltigen Anstrichmitteln erfolgt im Tauchverfahren oder mit Fluteinrichtungen. Die Wirkstoffe werden überwiegend in wässrigen, teilweise aber auch noch in organischen Anstrichmitteln aufgetragen. Für den Verarbeiter ergeben sich aus dem Bläueschutzmittel keine zusätzlichen Gefährdungen, die über die sonstigen Inhaltsstoffe (organische Lösungsmittel) hinausgehen. Näheres zu deren gesundheitlichen Gefährdung kann auf der Seite Schreiner > Materialien > Oberflächenmaterialien > Lasuren nachgelesen werden.

Bei der **Behandlung von sonstigen Außenbauteilen** mit entsprechend der Gefährdungsstufe wirksamen Holzschutzmitteln sollte möglichst auf einen dafür **spezialisierten Fachbetrieb** zurückgegriffen werden.

Das Auftragen des Holzschutzmittels erfolgt in der Regel im Tränkverfahren. Bei Kiefer und Lärchenhölzer ist dies noch relativ unproblematisch. **Bei Fichte ist es erforderlich, dass deren Holzfeuchte möglichst noch saftfrisch (Holzfeuchte größer 28 %) ist**. Nur dann können die Wirkstoffe wenigstens 5 - 10 mm in das Holz eindringen. Bei trockenem Holz verschließen sich die Poren und der Holzschutz kann nur noch eingeschränkt gewährleistet werden.

Holzschutzmittel auf der Basis von Borsalzen sind deutlich ungefährlicher für Mensch und Umwelt. Sie weisen aber zumeist nicht die gleiche Wirksamkeit wie sonstige geprüfte Holzschutzmittel auf und **werden im Holz nicht so gut fixiert**. Durch die Bewitterung werden sie leichter ausgewaschen. Im Einzelfall ist abzuwägen, ob ein eher ungefährlicheres Holzschutzmittel zum Einsatz kommen soll oder ein giftigeres mit erhöhter Wirksamkeit und besserer Fixierung. Bei Kinderspielplätzen dürfte aufgrund der vielen direkten Berührungen mit dem Holz eher eine Borsalzimprägnierung in Frage kommen, während man bei Bauteilen mit weniger direktem Kontakt (Zäune, Pergolen...) auf höher wirksamere Mittel zurückgreifen würde.

Konstruktiver Holzschutz

Der konstruktive Holzschutz ist ein wesentlicher Qualitätsfaktor für die Lebensdauer von Holzkonstruktionen und Holzbauteilen. Er kann die Gefährdung des Holzes durch holzzerstörende Pilze deutlich verringern. Gegen tierische Schädlinge helfen außer Holzschutzmitteln nur entsprechend resistente Holzarten.

Die wesentlichen **Ansatzpunkte für einen konstruktiven Holzschutz** lassen sich wie folgt beschreiben:

- Bevor das Holz verbaut wird, muss es dem Einsatzart angepasst die geeignete Holzfeuchte aufweisen. Die **richtige Holzlagerung und -trocknung ist damit die erst konstruktive Maßnahme**, um Holzschäden zu vermeiden. Näheres dazu kann auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Massivholzlager nachgelesen werden.

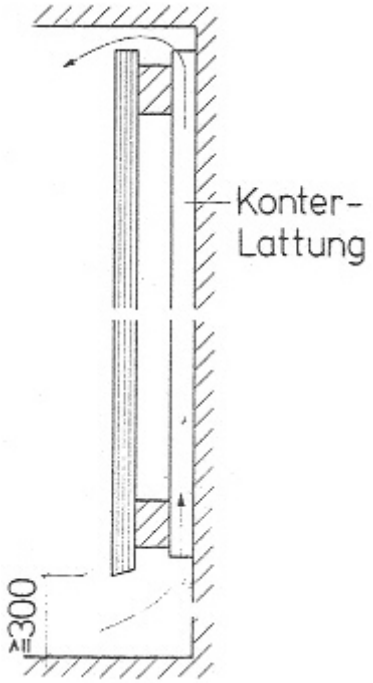
- Konstruktiver Holzschutz muss **sicherstellen, dass die Feuchtigkeitsverdunstung aus den Innenräumen sich nicht in der Gebäudekonstruktion ansammeln** kann und somit zu Feuchteschäden führt. Dies setzt eine optimale Luftdichtung und die Vermeidung von Wärmebrücken voraus. Weitere Informationen dazu finden sich auf den Seiten Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen >Schimmel und Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima.
- **Das Holz muss vor stehender Nässe geschützt werden**. Überall dort, wo Feuchtigkeit in das Holz eindringen kann, sollte diese möglichst schnell durch eine ausreichende Belüftung wieder abgeführt werden. Wenn die Feuchtigkeit sich ansammelt, fördert dies die Pilzbildung und Verrottung des Holzes.
- Durch **formgebende Maßnahmen** soll der auftreffende Regen möglichst schnell abfließen können, damit die lasierten Schutzschichten nicht zu stark beansprucht werden.
- Holz nimmt über das Hirnholz besonders leicht Feuchtigkeit auf. Durch konstruktive Maßnahmen soll die **Feuchtigkeitsbelastung von Hirnholz verringert** werden, um die daraus resultierende Rissbildung zu vermeiden.

Innenbereich

Im Bad oder in der Küche treten typischerweise stoßweise besondere Feuchtebelastungen auf. Aber auch in eher kühlen Räumen wie im Keller liegt eine erhöhte Luftfeuchtigkeit vor. In diesen Bereichen sollten folgende konstruktiven Holzschutzmaßnahmen berücksichtigt werden:

- **Holzverkleidungen so hinterlüften, dass eine vertikale Durchströmung möglich ist.**

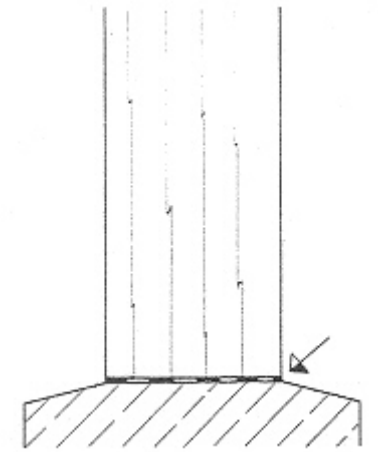
Bild: Hinterlüftung einer Holzverkleidung



- Bei der Verkleidung von Sanitäreinrichtungen und Rohren ist zur Vermeidung von Kondensatbildung auf **ausreichende Wärmedämmung** und Abdichtung der Teile zu achten.

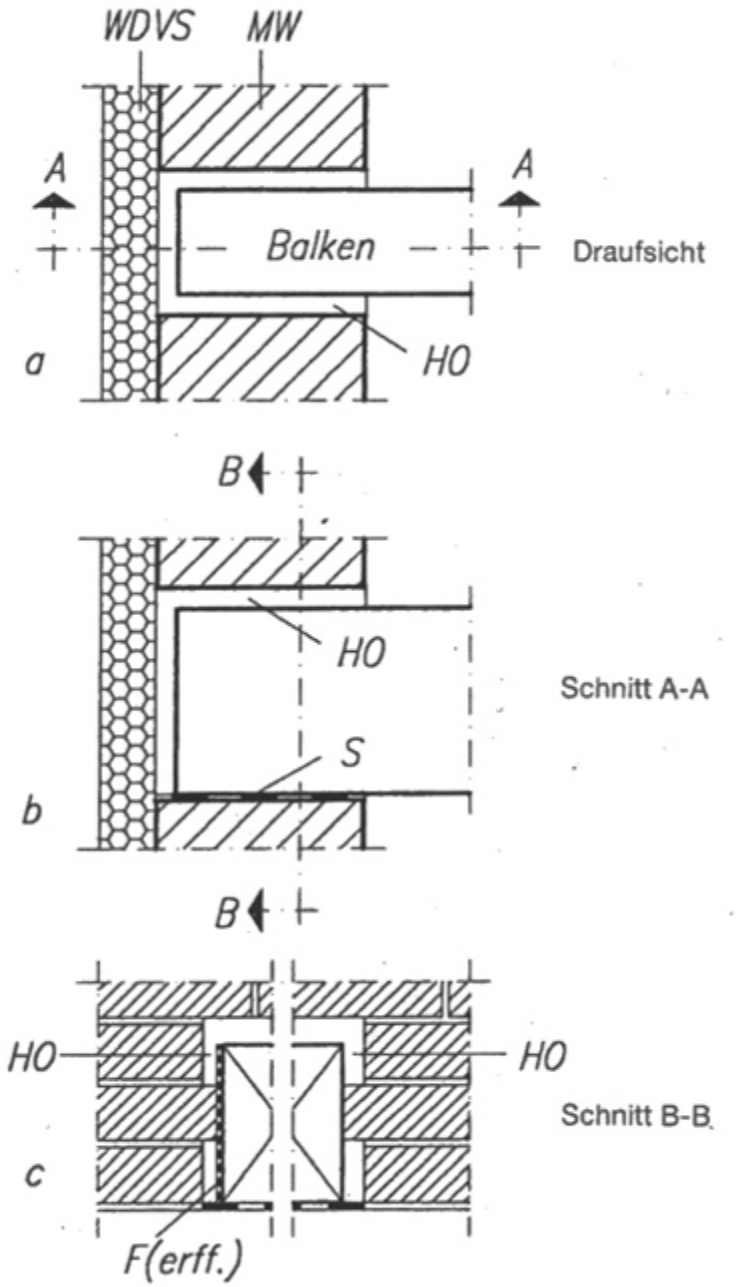
- Aufsteigende Feuchte aus Fundamenten und Mauern ist durch **Dichtungsbahnen im Auflager** zu verhindern.

Bild: Dichtungsbahnen im Auflager auf Mauerwerk oder Beton



- **Ausreichend getrocknetes Holz** (Holzfeuchte ca. 9 %) verwenden
- In feuchtebelasteten Bereichen **auf Splintholz verzichten**
- **Balkenauflager nicht "zumauern"**

Bild: Balkenauflager



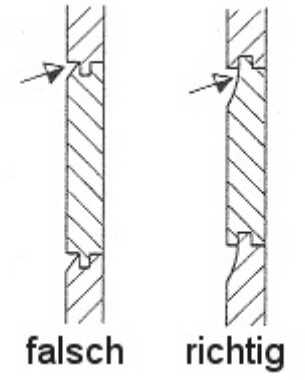
HO = Hohlraum, S = Sperrschicht, F = Folie **diffusionsoffen**

Außenbereich

Im Außenbereich ist die Belastung des Holzes durch Luftfeuchtigkeit, Bewitterung und Regen deutlich erhöht. Hier sollte zunächst immer auf einen ausreichenden **konstruktiven Holzschutz** geachtet werden, um den Einsatz von Holzschutzmitteln zu minimieren.

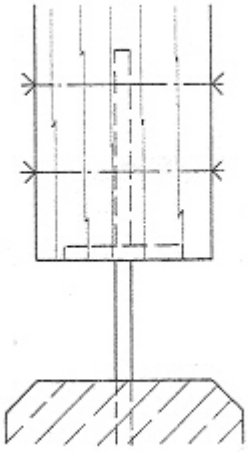
- **Höherresistente Hölzer** einsetzen.
- **Abgeschrägte Flächen**, um das Wasser ablaufen zu lassen.
- **Bei Fassadenverkleidungen muss die Nut nach unten weisen**, damit das Wasser ablaufen kann.

Bild: Abgeschrägte Flächen an Fassadenelementen



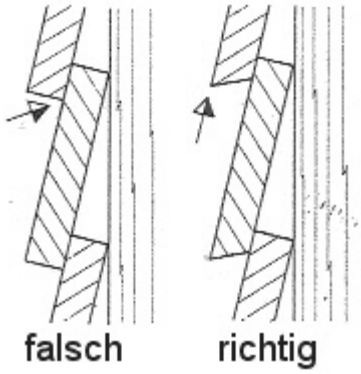
- **Niederschlagswasser bzw. Spritzwasser** sollte die Holzteile nicht berühren, deshalb Pfosten auf ausreichend hohe Metallstützen setzen.

Bild: Stützenfüße



- **Stützenfüße** besser verdübeln, anstatt sie mit Stahlschuhen zu umfassen.
- Witterungsbelastetes **Hirnholz abdecken**.
- **Abrisskanten für ablaufendes Wasser** schaffen, damit es nicht in die Konstruktion hineinlaufen kann.

Bild: Abrisskanten an einer Stülpschalung

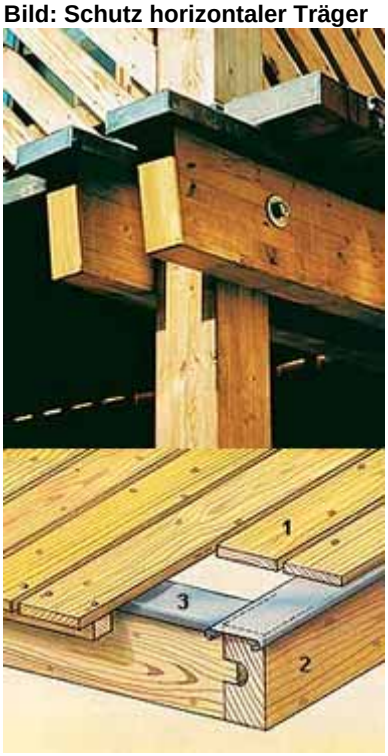


- **Holzverkleidungen vertikal hinterlüften (s. o.) und auf ausreichenden Bodenabstand achten (größer 30 cm).**
- **Schutz horizontaler Tragglieder auf Balkonen und Terrassen**

Horizontale Träger sollten einteilig und an der wetterabgewandten Seite an die Stützen angeschlossen und durch Blech oder eine 1,2 mm starke Kunststoff-Folie abgedeckt werden. Die Hirnholzenden sind durch Überstände zu schützen. Der Belag sollte nicht durch die Blechabdeckung hindurch mit den tragenden Balken verbunden, sondern lose auf die Blechabdeckung gelegt und durch untere Leisten seitlich angeschraubt werden.

Die darauf liegenden Bohlen als Trittfläche sollten einen Abstand von wenigstens 8 Millimeter aufweisen, damit das Wasser ausreichend abfließen kann und die Holzteile genug Luft zum Quellen und Schwinden haben.

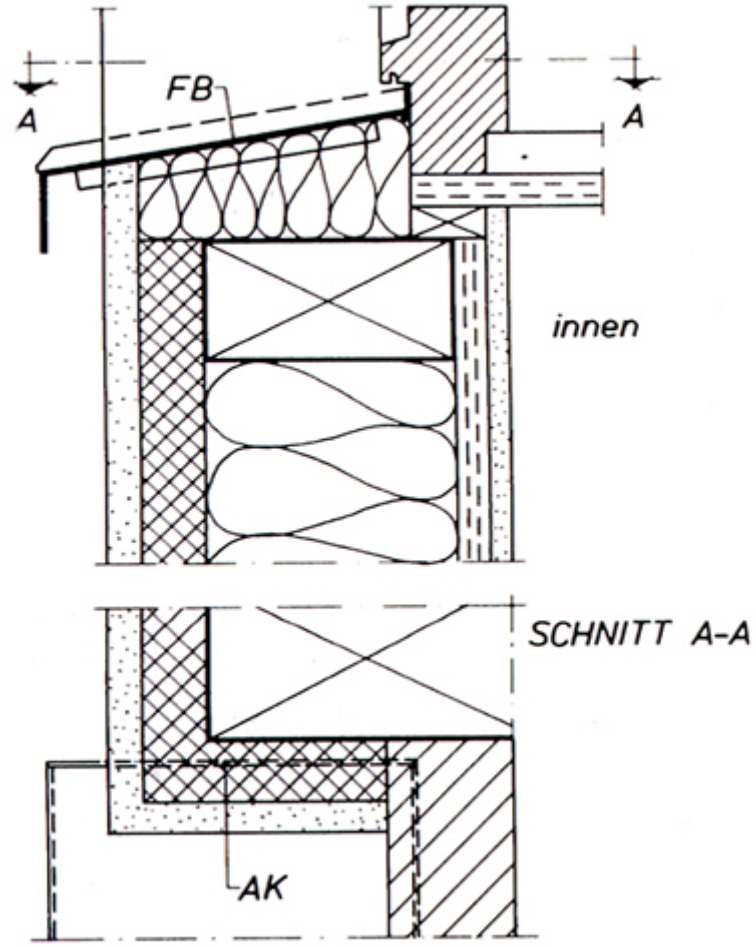
Bild: Schutz horizontaler Träger



Quelle: Informationsdienst Holz

- Richtiger **Einbau von Fensterbänken**, um ein Eindringen des ablaufenden Regenwassers in die Baukonstruktion zu verhindern. Die seitliche Aufkantung der Fensterbank verläuft hinter der wasserführenden Oberfläche der Außenwand.

Bild: Anschluss Fensterbank



Quelle: Baulicher Holzschutz, Informationsdienst Holz, Juli 2001, S. 26

- **Mit scharfem Werkzeug arbeiten!** Stumpfe Werkzeuge reißen die Poren stärker auf und erleichtern die Wasseraufnahme.

- **Alle Kanten** zur besseren Haftung des Anstrichs mit einem Radius von **mindestens 2 mm abrunden**.

Bekämpfung

Wenn das geliebte Möbelstück vom "Holzwurm" befallen ist und das Holzmehl aus den Wurmlöchern rieselt, ist zunächst genau zu prüfen, um welchen Schädling es sich handelt und wie er am besten aus dem Bauteil entfernt werden kann. Das Schadensbild muss genau analysiert und bei tragenden Konstruktionen gegebenenfalls die Resttragfähigkeit beurteilt werden. Je nach Art des Befalls, besteht u.U. sogar eine Meldepflicht gegenüber den Behörden.

Dabei können **unterschiedliche Bekämpfungsmaßnahmen** angewendet werden.

- Chemische Bekämpfung bei Pilzbefall
- Chemische Bekämpfung bei Insektenbefall
- Heißluftverfahren
- Begasungsverfahren

Alle diese Verfahren sind nur durch einen geeigneten Fachbetrieb mit dem "Sachkundenachweis bekämpfender Holzschutz" durchzuführen. (Eine Übersicht geeigneter Fachbetriebe kann auf der Homepage des Fachverbandes Holz- und Bautenschutz eingesehen werden). Die Belastung der Umgebung kann teilweise erheblich sein, sodass ausreichende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden müssen, um zusätzliche Schäden zu vermeiden. Bei allen Maßnahmen, die vor Ort in einem Gebäude vorgenommen wurden, muss eine **genaue Dokumentation** geführt werden im Hinblick auf Art, Einsatzort und Menge des verwendeten Schutzmittels.

Chemische Bekämpfung bei Pilzbefall

Die Bekämpfung eines Pilzbefalls in verbautem Holz ist in der Regel **nur durch Entfernen der betreffenden Holzteile** möglich. Zur Bekämpfung eines Pilzbefalls im Mauerwerk sind ausschließlich chemische Schutzmittel geeignet.

Die Ursache erhöhter Feuchte von Holz und Mauerwerk muss festgestellt und beseitigt werden. Für die Austrocknung der sanierten Bauteile ist zu sorgen.

Putz, Fugenmörtel, Mauerwerk und Hohlräume sind sorgfältig auf Pilzdurchwachsungen zu untersuchen. **Verdeckt eingebaute Holzbauteile einschließlich der Balkenauflagerbereiche sind freizulegen.**

Alle pilzbefallenen Holzteile sind ein ausreichendes Stück über den sichtbaren Befall hinaus zu entfernen, und zwar mindestens um 0,3 m, bei echtem Hausschwamm und verwandten Hausschwammarten um mindestens 1,0 m in Längsrichtung der Hölzer.

Die verbleibenden **nicht befallenen Hölzer sowie die neu einzubauenden Hölzer** und Holzwerkstoffe sind **mit einem geprüften chemischen Schutzmittel vorbeugend zu schützen**, sofern hierfür nach DIN 68800 Teil 3 eine Notwendigkeit besteht (Gefährdungsklassen 1 bis 4). Besondere Gefährdungsstellen des verbleibenden Holzes (z.B. Balkenköpfe, Fußpfetten) sind zusätzlich durch Sonderverfahren (z.B. Bohrlochtränkung oder Verpressen durch Druckinjektion) zu behandeln.

Die Bekämpfungsverfahren setzen zum Teil **sehr giftige Stoffe** ein, bei deren Verarbeitung eine Reihe von **Schutzmaßnahmen** hinsichtlich Umwelt und Gesundheit zu beachten sind. Schließlich sollen nach erfolgreich abgeschlossener Behandlung keine weiteren Gefahren für den Nutzer von dem Bauteil ausgehen.

Chemische Bekämpfung bei holzzerstörenden Insekten

Voraussetzung für Bekämpfungsmaßnahmen ist die eindeutige Feststellung der Art der Schadorganismen und des Befallsumfanges durch dafür qualifizierte Fachleute oder Sachverständige. Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber in einem **Untersuchungsbericht** vorzulegen.

Waren die Hölzer bereits früher chemisch behandelt, muss sichergestellt sein, dass die Wirksamkeit der einzusetzenden chemischen Schutzmittel nicht beeinträchtigt wird. Alte Farbanstriche, Feuerschutzanstriche auf Wasserglasbasis und Kalkanstriche müssen soweit entfernt werden, dass der Bekämpfungserfolg sichergestellt ist. Sofern alte Anstriche erhalten bleiben sollen, bietet sich unter Umständen als alternative Bekämpfungsmaßnahme ein Begasungsverfahren an.

Je nach Notwendigkeit sind holzzerstörende Pilze und Insekten **wahlweise zu bekämpfen**:

- durch Entfernen der befallenen Bauteile und durch Trockenlegen (und zukünftiges Trockenhalten)
- durch Behandeln mit chemischen Mitteln
- durch Behandeln mit thermischen Verfahren, insbesondere durch Heißluft
- durch Behandeln mit toxischen oder erstickenden Gasen

Um die geforderten Bekämpfungsmittelmengen durch Spritzen oder Streichen einbringen zu können, sind mindestens erforderlich:

- bei öligen Bekämpfungsmitteln 2 Arbeitsgänge·
- bei Salzlösungen (mind. 20 %-ig) 3 Arbeitsgänge

Eine **großflächige Anwendung** von Bekämpfungsmitteln in Räumen, die dem Aufenthalt von Menschen, Tieren oder der Lagerung von Lebens- oder Futtermittel dienen, darf nicht erfolgen, wenn nicht sichergestellt ist, dass die behandelte Fläche bei der späteren Nutzung der Räume hinreichend luftabgeschlossen bekleidet ist und eine Entlüftung nicht in diese Räume erfolgt.

Heißluftverfahren

Vor der Heißluftbehandlung ist zu prüfen, **ob hitzempfindliche Materialien durch das Heißluftverfahren beeinträchtigt werden** können. An allen Stellen des zu behandelnden Holzes muss eine **Mindesttemperatur von 55 °C für die Dauer von mindestens 60 Minuten** erreicht werden. Hierzu ist in der Querschnittsmitte der wärmetechnisch am ungünstigsten liegenden Holzteile und jeweils an mindestens zwei Stellen die Temperatur zu messen und zu protokollieren. Die Temperatur der Heißluft darf an der Oberfläche der beheizten Bauteile aus Feuersicherheitsgründen 120 °C nicht überschreiten.

Das Heißluftverfahren **bewirkt keinen vorbeugenden Schutz des behandelten Holzes**. Deswegen ist in der Regel im Anschluss eine vorbeugende Behandlung mit einem chemischen Schutzmittel durchzuführen, sofern die Holzteile nach DIN 68800 Teil 3 nicht der Gefährdungsklasse 0 zugeordnet sind. In Ausnahmefällen kann darauf verzichtet werden, z.B. wenn hygienische, lebensmittelrechtliche, gesundheitliche oder umwelt- und naturschutzbezogene Bedenken vorliegen.

Das Heißluftverfahren kann i**dealerweise in einer geschlossenen Kammer** erfolgen für Möbel, Schränke, Stühle und ähnlich kleine Teile. Bei Einbauteilen und Konstruktionshölzern muss die Wärmeerzeugung vor Ort erfolgen. Dies erfordert einen ganz erheblichen Wärmeaufwand, der zumeist durch transportable Heißluftgebläsemotoren mit Dieselgeneratoren erfolgt.

Bild: Heißluftverfahren für Möbel in einer Kammer

Der größte Vorteil des Verfahrens ist der Verzicht auf Holzschutzmittel. Eine **Gefährdung der Umgebung wird vermieden**. Sofern die Behandlung auf der Baustelle erfolgen muss, ist allerdings ein recht großer apparativer und energietechnischer Aufwand erforderlich.

Begasungsverfahren

Das Begasungsverfahren wird fast ausschließlich **zur Bekämpfung von Insekten in Kunst- und Kulturgut von Kirchen, Schlössern und Museen** angewendet. Soweit befallene Gegenstände transportabel sind, ist die Behandlung in einem dafür geeigneten Raum oder Zelt vorzunehmen. Für eine Bekämpfung von Fäulnispilzen ist die Begasung nach bisherigen Erfahrungen nicht ausreichend wirksam.

Bei der Planung, Organisation und Durchführung von Begasungen mit toxischen Eigenschaften sind die Bestimmungen der Gefahrstoffverordnung sowie die **TRGS 512 "Technische Regeln für Gefahrstoffe: Begasungen"** zu beachten. Eine Begasung darf nur durchgeführt werden, wenn es keine Alternativen gibt (z.B. wenn die unproblematischere Heißluftbehandlung nicht möglich ist).

Folgende Gase sind für eine Begasung zugelassen:

- Brommethan CH_3Br; Methylbromid (seit dem 1.1.2005 verboten)
- Hydrogencyanid HCN; Blausäure
- Phosphortrihydrid PH_3 Phosphorwasserstoff
- Sulfuryldifluorid SO_2F_2
- Kohlendioxid CO_2
- Stickstoff und andere Edelgase (z.B. Argon)

Aus Kostengründen wird im Augenblick am häufigsten Stickstoff eingesetzt. Er ist zu ca. 80 % in der Atemluft vorhanden. Zur Schädlingsbekämpfung muss eine Stickstoffkonzentration von über 99 % über 4 bis 6 Wochen aufrechterhalten werden.

Alle tierischen Schädlinge benötigen Sauerstoff für den Stoffwechsel. Die befallenen Möbel oder Bauteile werden in einer Kammer mit Stickstoff begast. Dadurch wird den Schädlingen der Sauerstoff entzogen und sie werden abgetötet.

Um auch die im Holz abgelegten Eier sicher abzutöten, ist es erforderlich, **die Begasung über einen Zeitraum von 4 bis 6 Wochen durchzuführen**. Während der Begasung wird die relative Feuchtigkeit konstant bei 55 % gehalten. Das Holz wird dadurch keinen Feuchteschwankungen ausgesetzt, Trockenschäden können damit sicher vermieden werden.

Entsorgung

Die Rahmenbedingungen im Bereich der Entsorgung haben sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt. Wurden noch vor nicht allzu langer Zeit mangelnde Entsorgungskapazitäten beklagt, so haben die inzwischen eingeleiteten Verwertungsmaßnahmen vor allem im Bereich der Bau- und der Verpackungsabfälle zu einem erheblichen Rückgang der Abfallmengen geführt.

Durch das **Kreislaufwirtschaftsgesetz** wurde die Bedeutung der Abfälle als zukünftige Rohstoffquelle herausgestellt. Die in ihm festgeschriebenen Grundsätze sehen eine eindeutige Rangfolge vor:

1. **Vermeidung**
   Vermeidung hat oberste Priorität. Schon beim Einkauf sollte an die Entsorgung gedacht werden.
2. **Verwertung**
   Was sich nicht vermeiden lässt, sollte stofflich oder energetisch verwertet werden.
3. **Beseitigung**
   Alles was nicht sinnvoll verwertet werden kann, muss langfristig sicher abgelagert werden.

Im Schreinerhandwerk fallen typischerweise folgende Abfälle an:

- **Holzreste** aus der Platten- und Massivholzbearbeitung
- **Altmaterialien** von der Baustelle (Altfenster, Bauschutt...)
- **Metallreste** (Metallabschnitte aus der Fertigung, Ausbauten von der Baustelle..)
- **Lackier- und Lösemittelreste** aus der Oberflächenbehandlung
- **Verpackungen** von angelieferten Produkten (Folien, Styropor, Pappe...)
- **Papier** aus der Verwaltung
- **Kartuschen** aus dem Bereich Kleben und Abdichten
- **Kompressorkondensat**
- Kehricht, Schleifpapier und ähnliches als **Restmüll**

Einige dieser Abfälle lassen sich recht problemlos wiederverwerten. **Abfälle zur Verwertung** ohne ein besonderes Gefahrenpotenzial können recht einfach erfasst und kontrolliert werden. Hier kann der Betrieb mit **privaten Entsorgern** zusammenarbeiten.

Abfälle, die nur als Restmüll beseitigt werden können, unterliegen einer strikteren Handhabung. Hier haben die **Kommunen und Kreise** ein starkes Gestaltungsrecht. Abfälle müssen ihnen zur Beseitigung überlassen werden. Sie legen fest, in welcher Form diese Abfälle zu erfassen und zu entsorgen sind.

Bei Abfällen mit einem besonderen Gefahrenpotenzial (besonders überwachungsbedürftige Abfälle oder umgangssprachlich auch **Sonderabfälle**) ist die rechtliche Überwachung sehr umfangreich. Hier gelten besondere Anforderungen an die Lagerung, die Erfassung der Abfallmengen und an die Abfallwege. In aller Regel sind die Schreinerbetriebe **Kleinmengenerzeuger** von Sonderabfällen. Sie können vereinfachte Verfahren nutzen, um ihren Aufwand so gering wie möglich

zu halten. Die genauen rechtlichen Rahmenbedingungen können im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren nachgelesen werden.

Abfall bedeutet Zeit und Geld - weshalb es sich lohnt, dieses Thema Ernst zu nehmen:

- Schon beim **Einkauf sollte an die Entsorgung und die Entsorgungskosten gedacht werden.**
- Das **Handling der Abfälle** über den Produktionsweg hinweg kostet teure Arbeitszeit.
- Die **Lagerung** von Abfällen benötigt Platz.
- Von Abfällen können erhebliche **Brand- und Umweltrisiken** ausgehen.

Es macht Sinn, sich betriebswirtschaftlich mit dem Thema Abfall zu beschäftigen. In kaum einem anderen Umweltbereich kann durch geeignete organisatorische und technische Maßnahmen soviel Geld und Zeit eingespart werden.

Ansprechpartner

Die konkreten Entsorgungsmöglichkeiten des Zimmerers sind von Ort zu Ort unterschiedlich. Einerseits haben die Kommunen und Kreise einen gewissen Gestaltungsspielraum, in welcher Form Abfälle erfasst und entsorgt werden müssen (**Abfallsatzung**). Andererseits sind die privaten Entsorger regional sehr unterschiedlich vertreten. Deshalb empfiehlt es sich, den **Gewerbeabfallberater** seines Bürgermeister- oder Landratsamtes zu kontaktieren, um die konkreten Bedingungen vor Ort zu erfahren.

Bei Fragen zur Abfallentsorgung stehen darüber hinaus auch die Umweltberater der Handwerkskammern zur Verfügung.

Auch beim **Landesfachverband des Schreinerhandwerks** Baden-Württemberg kann man über den dortigen Umweltberater weitere Informationen einholen:

Herr Hägele
Danneckerstr. 35
70182 Stuttgart
Tel. 0711-16441-12
Fax 0711-16441-22
email: haegele@schreiner-bw.de

Transport

Innerbetrieblicher Transport und Lagerung

Abfälle entstehen über den gesamten Produktionsprozess hinweg. Es beginnt schon in der Verwaltung, Papier und Verpackungen bis hin zu den Rücknahmen von der Baustelle zu erfassen. Nicht zu vergessen die vielen Zwischenlager im Fertigungsprozess:

- Massivholz- und Plattenreste
- Lack- und Lösemittelreste
- Verpackungen von Anlieferungen
- Reinigungsmittel, Kartuschen usw.

Das Erfassen, Einsortieren und Lagern der Abfälle bis hin zum Bereitstellen für die Abholung kostet viel Zeit. Deshalb ist es sinnvoll festzulegen:

1. **Art und Größe** der Abfallbehälter
2. **Ort** der Aufstellung
3. **Zuständigkeit** für deren Leerung

Dabei ist grundsätzlich auf folgendes zu achten:

- **Farbliche Kennzeichnung** jedes Behälters
- **Beschriftung**, welche Abfallarten hinein gegeben werden sollen. Dabei sollte die betriebsübliche Benennung der jeweiligen Abfälle verwendet werden.
- Leichte **Zugänglichkeit**
- Gute **Transportierbarkeit** (z.B. Rollen)
- **Handlichkeit**, um das Umfüllen in die Transportbehälter nicht zu erschweren.

Bild: Farbig gekennzeichnete Abfallbehälter erleichtern die Sortierung

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Auch die für den Abtransport genutzten **Behälter und Container** durch den Entsorger sollten eindeutig erkennen lassen, **welche Abfallarten** hinein gegeben werden dürfen. Wenn dies nicht auf dem Behälter direkt möglich ist, empfiehlt sich eine andere Form der Kennzeichnung im Umfeld. Behälter, die von der Straße aus zugänglich sind, sollten unbedingt **abgeschlossen** werden!

Es sollte zudem darauf geachtet werden, dass die Behälter **witterungsgeschützt** aufgestellt werden oder zumindest das Einregnen in die Behälter verhindert wird. Die zusätzliche Entsorgung von Regenwasser kommt schlichtweg zu teuer.

Die **Preise für Container** setzen sich normalerweise zusammen aus:
- Behältermiete
- Transportpauschale
- mengenbezogene Entsorgungskosten

Es empfiehlt sich, jährlich seine **Entsorgungskosten** daraufhin zu **überprüfen**, ob die gewählten Behältergrößen und der Abholrhythmus noch optimal sind! Möglicherweise macht es auch Sinn, Behälter zu kaufen anstatt die regelmäßigen Mietkosten dafür aufzuwenden.

Bild: Behältergrößen

Für die **Erfassung von Sonderabfällen** ergeben sich zusätzliche Vorschriften. Da Sonderabfälle in aller Regel ein wassergefährdendes Potenzial haben, dürfen nur Abfallsammelbehälter verwendet werden, die baurechtlich geprüft sind. Die Entsorger von Sonderabfällen stellen in der Regel ordnungsgemäße Behältersysteme in Größen zwischen 60 und 1000 Litern zur Verfügung. Diese können gemietet oder gekauft werden.

Bild: Sonderabfallbehälter

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Zur **Zwischenlagerung** für kleinere Mengen an Lackresten wird empfohlen:

1. Entstehende Reste sind nur in **Originalgefäßen** aufzubewahren.
2. Die Lagerung sollte in Räumen mit einer Auffangschwelle oder über Auffangwannen erfolgen (Lacklager).

Transport von Abfällen

Wer **nicht gewerbsmäßig**, sondern nur eigene Abfälle selbst zu einer Entsorgungsanlage befördert, benötigt dafür **keine besondere Genehmigung**. Von Gewerbsmäßigkeit kann dann gesprochen werden, wenn der Betrieb über die direkten Entsorgungskosten zusätzlich Entgelt verlangt. Dann bedarf es einer recht aufwändigen Transportgenehmigung.

Unternehmen, die Abfälle werksintern oder im Rahmen ihrer eigenen wirtschaftlichen Tätigkeit transportieren, benötigen keine Transportgenehmigung. Dies gilt z.B. für Schreiner, die ihre Abfälle selbst zum Entsorger oder Wertstoffhof bringen.

Es sollten bestimmte Randbedingungen eingehalten werden, um nicht Gefahr zu laufen, bei einer polizeilichen Kontrolle oder bei Unfällen mit Bußgeldern belegt zu werden. Denn für den einzelnen Transport gelten immer die Bestimmungen der **GGVS** (Gefahrgutverordnung Straße). Um nicht unter die besonderen formalen Anforderungen der GGVS zu fallen, sollten folgende Punkte beachtet werden:

1. Maximal 5 Liter Abfallmenge je Originalgefäß
2. **Gesamtmenge** von maximal 25 Liter
3. Die Behältnisse müssen **fest verstaut** und **dicht verschlossen** sein.

Allgemein rechtliche Hinweise zum Transport von Abfällen können unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Transport nachgelesen werden.

Überwachung

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz hat es ermöglicht, dass der Anschluss- und Benutzungszwang für Abfälle zur Verwertung aufgehoben wurde. Hier können sich die Betriebe privater Dienstleister bedienen, wenn diese gewährleisten, die Abfälle ordnungsgemäß zu entsorgen. Denn der Abfallerzeuger bleibt bis zur tatsächlichen Verwertung oder Beseitigung verantwortlich für seinen Abfall! Deshalb sollte der Betrieb mit einem **Entsorgungsfachbetrieb** zusammenarbeiten.

Alle Abfälle zur Beseitigung unterliegen ebenso wie alle Sonderabfälle einer besonderen **Nachweispflicht**. Dazu bedarf es zunächst einer ausreichenden Trennung im Betrieb oder auf der Baustelle, um die Abfälle möglichst weitgehend einer Wiederverwertung zuführen zu können. Die Gewerbeabfallverordnung hat deshalb einerseits festgelegt, in welche **Abfallfraktionen** die Gewerbeabfälle **getrennt werden** und gleichzeitig hervorgehoben, dass die nicht verwertbaren Abfälle zur Beseitigung über die kommunalen Körperschaften erfasst werden müssen. Näheres zur rechtlichen Regelung des Gewerbeabfalls kann auf der Seite Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und produktbezogene Regelungen > Gewerbeabfall nachgelesen werden.

Als **verwertbare Fraktionen** gelten:

- Papier/Pappe
- Glas
- Kunststoff
- Metalle
- Bioabfall
- Holz
- mineralische Baustoffe

Wenn diese Abfälle im Betrieb nicht getrennt, sondern von einem Entsorger in gemischter Form abgeholt werden, muss dieser eine **Verwertungsquote von 85 %** sicherstellen. Man sollte sich deshalb von seinem Entsorger einen entsprechenden **Verwertungsnachweis** einholen.

Andere Mischabfälle (z.B. Baustellenabfälle) können entweder über die kommunale Restmülltonne bzw. über den beauftragten Containerdienst als "überwachungsbedürftiger Abfall" entsorgt werden. Diese Tonnen müssen einen "angemessenen Umfang" aufweisen und können frei von der Kommune festgelegt werden. Als unangemessen gilt, wenn das Behältervolumen Anreize zur Umgehung der gesetzlichen Verwertungspflicht schaffen würde.

Sofern aufgrund der anfallenden Menge eine Abholung durch die kommunale Körperschaft nicht möglich ist, muss der Betrieb einen Entsorger damit beauftragen, die Abfälle zur zuständigen Entsorgungsanlage (Deponie oder Müllverbrennung) zu transportieren. Darüber muss ein **vereinfachter Entsorgungsnachwei**s geführt werden, den normalerweise der Entsorger entsprechend vorbereitet. Der Betrieb erhält dann für jede Abholung einen **Übernahmeschein**, zur Dokumentation, wo er die Abfälle in welcher Menge hat entsorgen lassen. Näheres zur **Nachweisverordnung** kann im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren nachgelesen werden.

Sonderabfälle

Die in Schreinerbetrieben anfallenden **Sonderabfälle** sind in aller Regel deutlich weniger als 2000 kg/Jahr. Diese Grenze wird als **Kleinmenge** bezeichnet. Wer mehr als 2000 kg Sonderabfälle zu entsorgen hat, muss die ordnungsgemäße Entsorgung nachweisen und seine Abfälle der Sonderabfallagentur Baden-Württemberg GmbH (SAA) andienen. Er ist weiterhin verpflichtet, Abfallbilanzen für das Vorjahr und Abfallkonzepte als 5-Jahresplan zu erstellen. Einzelheiten dazu

können im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Abfallbilanzen und -konzepte nachgelesen werden.

Folgende **Möglichkeiten** stehen den Betrieben zur Verfügung, um ihre Kleinmenge an Sonderabfällen zu entsorgen:

- Sie können einen **Entsorgungsfachbetrieb** damit beauftragen, der ihnen einen geeigneten Behälter zur Verfügung stellt und diesen bei Bedarf abholt.
- Über die **Lieferanten von Oberflächenmaterialien** insbesondere von Waschverdünnungen kann man vielfach auch seine verschmutzten Lösemittel und Lacke zurückgeben. Der Lieferant bereitet die Verdünnung wieder auf und gewinnt daraus frische Waschverdünnung.
- Viele Stadt- und Landkreise bieten eine **Problemstoffsammlung für Gewerbebetriebe** mit Kleinmengen an Sonderabfällen an.
- Verschiedene Stadt- und Landkreise nehmen im Rahmen der **Problemstoffsammlung für Privathaushalte** auch von Kleinbetrieben Sonderabfälle in haushaltsüblichen Mengen an.

Über die konkreten Möglichkeiten kann der zuständigen Gewerbeabfallberater des Bürgermeister- oder Landratsamts informieren auch die Umweltberater der Handwerksorganisationen.

In jedem Fall sollte der Betrieb sich für die konkrete Entsorgung einen **Übernahmeschein** ausstellen lassen. Nur damit kann er gegenüber den Aufsichtsbehörden seine ordnungsgemäße Entsorgung von Sonderabfällen dokumentieren.

Sonderabfälle bezeichnen besonders überwachungsbedürftige Abfälle. Von ihnen gehen besondere Gefahren aus:

- Gefährdung der **Gesundheit des Menschen** im direkten Kontakt (Gefahrstoffe)
- Gefährdung der **Wasserqualität** durch mögliche Auswaschungen ins Grundwasser
- Erhöhte **Brandgefahr** durch leicht brennbare Restbestandteile

Die folgende Tabelle gibt eine Orientierung, welche Stoffe im Schreinerbetrieb als Sonderabfälle vorkommen können:

Tabelle: Übersicht besonders überwachungsbedürftige Abfälle im Schreinerhandwerk

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 02 01	Halogenfreie organische Holzschutzmittel	Holzschutzmittelreste aus dem Bereich des bekämpfenden Holzschutzes
06 02 04	Natrium- und Kaliumhydroxid	Laugenbasis auf Basis von Natron- und Kalilauge zum Ablaufen von Möbeln
07 03 04	Andere organische Lösemittel	verschmutzte Lösemittel aus der Oberflächenanwendung
08 01 11	Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	Lackreste auf der Basis organischer Lösemittel, die **nicht ausgehärtet** sind.
08 01 13	Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	Gemische aus Lackresten und Lösemittel in Sammelbehältern
08 01 15	Wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder gefährlichen Stoffen	Reste aus Reinigungsständen für wasserlösliche Lacke und Lasuren aus dem Bauteilbereich, sofern der **Lösemittelanteil über 3 %** liegt.

	enthalten.	
08 01 17	Abfälle aus der Farb- und Lackentfernung, die organische Lösemittel oder gefährliche Stoffe enthalten.	Abbeizreste und Lackschlämme aus der Farbentfernung
08 01 19	Wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten	Reste von wasserlöslichen Lacken
08 04 09	Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährlichen Stoffen enthalten	Unbrauchbare Reste von Holzkitt, Wachskitt, Spachtelmassen die noch **nicht ausgehärtet** sind.
13 02 05	Nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis	Altöl aus der Wartung von Maschinen und Fahrzeugen
13 05 07	Öliges Wasser aus Öl-Wasser-Abscheidern	ungefiltertes Kondensatwasser aus Kompressoranlagen, kann durch zusätzliche **Öl-Wasser-Abscheider** vollständig vermieden werden
15 01 10	Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.	Verschmutzte Lackkanister, Montageschaumkartuschen u. ä. auch für solche Verpackungen gilt die **Rücknahmepflicht** der Hersteller aufgrund der Verpackungsverordnung!
15 02 02	Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.	Nicht überwachungsbedürftig sind Sägemehl oder -späne, die ausschließlich Borsalze enthalten. **Filtermatten mit aushärteten Lackresten** sind ebenso **kein besonders überwachungsbedürftiger** Abfall.
16 06 02	Ni-Cd-Batterien	Akkus für Bohrmaschen u. ä. **Rücknahmepflicht** des Handels aufgrund der Batterieverordnung.
17 02 04	Glas, Kunststoffe und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten	Holzabfälle aus der Anwendung, die mit Holzschutzmitteln behandelt worden sind, wie z. B. Altfenster, Masten, Außenfassaden u. ä.
17 06 01	Dämmmaterial, das Asbest enthält	**Die Entsorgung von asbesthaltigem Material sollte nur durch entsprechend geschulte Spezialfirmen mit Sachkundenachweis nach TRGS 519 erfolgen!**
17 06 03	Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche enthält	Dämmmaterialien aus Glas- und Steinwolle, die vor dem Jahr 2000 eingebaut worden sind, bei der Handhabung sind die Vorgaben der TRGS 521 "Faserstäube" zu beachten.
17 06 05	asbesthaltige Baustoffe	Demontage von Platten aus Asbestzement

		oder asbesthaltigen Bodenbelägen. **Die Entsorgung von asbesthaltigem Material sollte nur durch entsprechend geschulte Spezialfirmen mit Sachkundenachweis nach TRGS 519 erfolgen!**
20 03 21	Leuchtstoffröhren	Aus der Gebäudesanierung, gehören nicht ins Glasrecycling! Rücknahme über Handel und Elektrofachbetriebe nutzen.

Weitere rechtliche Hinweise zum Entsorgung von Sonderabfällen können im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren nachgelesen werden.

Das Wirtschaftsministerium in Baden-Württemberg hat eine **Broschüre** herausgebracht, in der alle relevanten **Sonderabfälle im Schreinerhandwerk** im Detail erläutert sind.

Broschüre "Besonders überwachungsbedürftige Abfälle im Schreinerhandwerk" (pdf, 439 kB)

Restholz

Als Restholz werden alle Holzabfälle bezeichnet, welche nicht direkt als Produkt hergestellt worden sind. Gemeinhin kann man dies unter dem Begriff "Verschnitt" zusammenfassen. Sie sind zu unterscheiden von Gebrauchtholz, welches aus der Rücknahme gebrauchter Fenster, Möbel oder Türen entsteht. Restholz kann folgender Abfallnummer zugeordnet werden:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 01 02	Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere die keine gefährlichen Stoffe enthalten	Resthölzer aus der Fertigung

Bild: Restholz aus der Fertigung

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Restholz ist als Abfall **normalerweise nicht mit Schadstoffen belastet**. Holzabfälle aus der Anwendung können mit Holzschutzmitteln, Schwermetallen oder Kittresten verunreinigt sein. Sie sind deshalb für eine Verwertung in der betrieblichen Holzfeuerung nicht geeignet. Solche Holzreste müssen entsprechend den Anforderungen der Altholzverordnung für die Kategorie IV einer energetischen Verwertung in einer dafür eingerichteten Verbrennungsanlage zugeführt werden. **Deshalb sollten bauliche Holzabfälle und betriebliche Holzreste strikt getrennt gehalten werden!**

Weitere Informationen zu Gebrauchtholz aus der Anwendung finden sich unter Baustelle > Altholz.

Industrierestholz wird unterschieden in

- Massivholz
- Holzwerkstoffe und lackierte Hölzer

und von der Form in

- stückige Reste
- Hackschnitzel
- Späne, Sägemehl
- Staub

Werden die Holzreste nicht im Betrieb als Brennstoff eingesetzt, **müssen sie einer Verwertung zugeführt werden**. Sie gelten dann im Sinne der Altholzverordnung als Industrierestholz, d.h. sie dürfen nicht auf einer Deponie oder Müllverbrennung beseitigt, sondern müssen stofflich oder energetisch entsprechend den Vorgaben der Verordnung verwertet werden.

Weitere Informationen zur Altholzverordnung finden sich auf der Seite Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und produktbezogene Regelungen > Altholz.

Vermeidungsansätze

- Eine **EDV-unterstützte Verschnittoptimierung** kann den Verschnitt deutlich senken. Auch bei kleineren Aufträgen ergeben sich dadurch erhebliche Vorteile. Ein solches Programm kann als Baustein in einem Branchenprogramm eingebunden aber auch als eigenständige Anwendung genutzt werden. Sofern das Programm eine Resteverwaltung ermöglicht, können die Verschnittsätze auch auftragsübergreifend verringert werden. Vor allem beim Einsatz von horizontalen Plattenaufteilsägen können Programme zur Verschnittoptimierung wie auch zur späteren Kennzeichnung der zugeschnittenen Teile gut integriert werden.
- Die **Lagerung von Massivholz, Platten und Furnieren** beeinflusst deren Qualität nicht unwesentlich. Zu feuchte Lagerung, schlechte Auflager und falsche Zwischenhölzer können die Gebrauchsfähigkeit erheblich beeinträchtigen und sollten regelmäßig durch die jeweiligen Lagerbeauftragten überprüft werden. Falsche Lagerung führt zwangsläufig zu höherem Verschnitt, der aber betriebswirtschaftlich nur selten erfasst wird.
- Um die richtigen Qualitäten zur Verfügung zu haben, kommt es auf die **gute Abstimmung zwischen Einkauf und Fertigung** an. Ein preiswertes Angebot mag das Budget des Einkaufs zwar günstig aussehen lassen, führt aber oft zu Problemen in der Fertigung und damit zu höherem Ausschuss. Letzterer wird zumeist nicht erfasst und verzerrt somit die korrekte Bewertung des Einkaufs.

Verwertungsmaßnahmen

Idealerweise werden Resthölzer **im Betrieb als Brennstoff verwertet**. Die energetische Verwertung von Resthölzern bietet sich aufgrund ihres guten Brennwertes und ihrer CO_2-Neutralität an. Das durch die Verbrennung frei werdende Kohlendioxid entspricht genau der Menge, welche zuvor durch die Photosynthese eingebunden wurde. Deshalb wird durch die Verbrennung kein zusätzliches Kohlendioxid frei, wie dies bei fossilen Energieträgern der Fall ist. Die folgende Tabelle verdeutlicht den Energiegehalt der anfallenden Resthölzer:

Tabelle: Energiegehalt in Holzfraktionen

Holzfraktion	Raumgewicht	Energiegehalt	entspricht Liter Heizöl
1 m³ Späne	100 - 130 kg	400 - 500 kWh	40 - 50 Liter
1 m³ Hackschnitzel	150 - 200 kg	600 - 800 kWh	60 - 80 Liter
1 m³ Stückholz (Weichholz)	250 - 350 kg	1 000 - 1 400 kWh	100 - 140 Liter
1 m³ Stückholz (Hartholz)	300 - 450 kg	1 200 - 1 800 kWh	120 - 180 Liter
1 m³ Briketts	500 - 600 kg	2 000 - 2 400 kWh	200 - 240 Liter

Massivholzreste und Späne aus Massivholz können ideal in einer eigenen Holzfeuerung thermisch genutzt werden. Für die Nutzung von Plattenresten und Abschnitten von lackierten Hölzern ist eine Mindestgröße von 50 kW **Nennwärmeleistung** erforderlich. Nähere Informationen zur Planung und Einrichtung von Holzfeuerungen finden sich im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Holzfeuerung.

Wo eine betriebliche Verwertung in der eigenen Holzfeuerungsanlage nicht möglich ist, können Resthölzer stofflich wie auch thermisch verwertet werden.

Industrieresthölzer und Gebrauchthölzer der Altholzkategorien I und II, d.h. Massivholzhackschnitzel und -späne wie auch Reste aus Holzwerkstoff- und Furnierplatten sind grundsätzlich zu einer **stofflichen Verwertung** in der **Neuproduktion von Spanplatten** geeignet. In der Praxis konzentriert sich dies weitgehend auf massive Nadelhölzer. Harthölzer wie Buche oder Eiche werden aufgrund der krebserzeugenden Stoffe nur in geringem Maße von den Spanplattenherstellern eingesetzt. Für den Einsatz von gebrauchten Spanplattenresten in die Neuproduktion von Spanplatten wurden spezielle technische Verfahren entwickelt. Dabei werden die alten Plattenwerkstoffe wieder in ihre Bestandteile aufgelöst, um reine Holzfraktionen zu bekommen, welche sich für die Plattenproduktion als Eingangsmaterial eignen. Die Verfahren werden aber bislang nur vereinzelt für die Produktion genutzt.

Eine **thermische Verwertung** bietet sich vor allem im Brennstoffaustausch unter Kollegen an, wenn ein Betrieb seine Holzfeuerung nicht ausreichend mit eigenem Restholz auslasten kann. **Der Landesfachverband Schreinerhandwerk bietet eine Restholz- und Spänebörse an**, die interessierte Anbieter und Abnehmer von Resthölzern zusammenbringt. Um den Transportaufwand so gering wie möglich zu halten ist es natürlich von Vorteil, wenn die Partner regional beieinander liegen. Auch die Informationsbörsen der IHKs für Reststoffe können bei größerem Anfall eine Möglichkeit darstellen, Partner für eine sinnvolle Verwertung von Resthölzern zu finden. Hinweise dazu kann der Landesfachverband Schreinerhandwerk geben.

Oberflächenmaterialien

Gerade bei der Oberflächenbehandlung können viele **Sonderabfälle** entstehen, die eine Gefahr für die Gesundheit des Mitarbeiters wie auch für die Umwelt darstellen können. Mit ihnen gilt es, besonders sorgfältig umzugehen.

Tabelle: Abfälle aus dem Oberflächenbereich

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 02 01	**Halogenfreie organische Holzschutzmittel**	Holzschutzmittelreste aus dem Bereich des bekämpfenden Holzschutzes
06 02 04	**Natrium- und Kaliumhydroxid**	Laugenbeizen auf Basis von Natron- oder Kalilauge zum Ablaugen von Möbeln
07 03 04	**Andere organische Lösemittel**	verschmutzte Lösemittel aus der Oberflächenanwendung
08 01 11	**Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten**	Lackreste, die **nicht ausgehärtet** sind.
08 01 12	Farb- und Lackabfälle, die nicht unter 08 01 11 fallen	Lackreste, die **ausgehärtet** sind.
08 01 13	**Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten**	Gemische aus Lackresten und Lösemittel in Sammelbehältern
08 01 15	**Wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder gefährlichen Stoffen**	Reste aus Reinigungsständen für wasserlösliche Lacke und Lasuren aus dem Bauteilbereich.

	enthalten.	
08 01 16	Wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke enthalten mit Ausnahme von 08 01 015	Auskoagulierte Lackschlämme aus der Nassabsaugung, deren Lösemittelgehalt unter 3 % liegt.
08 01 17	**Abfälle aus der Farb- und Lackentfernung, die organische Lösemittel oder gefährliche Stoffe enthalten.**	Abbeizreste und Lackschlämme aus der Farbentfernung
08 01 19	**Wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten**	bei Komplettaustausch des verschmutzten Wassers einer wasserberieselten Absauganlage Reste von wasserlöslichen Lacken
15 01 04	Verpackungen aus Metall	Lackkanister, die tropfentleert sind und keinen Geruch von Lösemittel erzeugen.
15 01 10	**Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.**	Verschmutzte Lackkanister, Montageschaumkartuschen u. ä. auch für solche Verpackungen gilt die **Rücknahmepflicht** der Hersteller aufgrund der Verpackungsverordnung!
15 02 02	**Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.**	Lappen und Schutzkleidung, die nicht ausgehärteten Lackreste beinhalteten und nach Lösemittel riechen. Nicht überwachungsbedürftig sind Sägemehl oder -späne, die ausschließlich Borsalze enthalten.
15 02 03	Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung, die nicht unter 15 02 02 fallen	Filtermatten, Lappen und Schutzkleidung mit ausgehärteten Lackresten.

Die fett dargestellten Abfallarten gelten als besonders überwachungsbedürftige Abfälle (Sonderabfälle), deren Entsorgung einem besonderen Nachweisverfahren unterliegt. Nähere Informationen dazu finden Sie auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Sonderabfälle.

Die Lagerung von kleineren Mengen an Lacken und Lösemitteln sollte immer in den Originalbehältern erfolgen. Das Lagern von Lackabfällen und verschmutzten Lösemitteln in größeren Gebinden bedarf besonderer Behälter. Näheres dazu kann auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Transport nachgelesen werden.

Entscheidend bei Farb- und Lackabfällen ist, dass die Bestandteile **ausgehärtet (=eingetrocknet)** sind, sie also keine Reaktion mit der Umwelt mehr eingehen können. Sie können dann dem **hausmüllähnlichen Gewerbeabfall** zugeordnet werden.

Aus der Anwendung von **Ölen** ist bekannt, dass die dort verwendeten Lappen zum Auftragen **besonders reaktiv** sind und leicht anfangen zu brennen. Sie müssen in einem **geschlossenen Metalleimer** gelagert werden, um vollständig auszuhärten!

Vermeidung

Um Abfälle im Oberflächenbereich erst gar nicht entstehen zu lassen, können **Hinweise** gegeben werden zu:

- Einkaufspolitik
- Einsatz von wasserlöslichen Systemen
- Umgang mit Lack- und Klebstoffresten
- Konstruktive Maßnahmen
- Koagulieren in der Nassabscheidung
- Verwertung von Lackkanistern
- Abbeizen und Ablaugen

Einkaufspolitik

Was nicht eingekauft wurde, braucht auch später nicht entsorgt zu werden. Daraus ergeben sich folgende Anregungen für den Einkauf:

- Eine geschickte **Ablaufplanung bei der Oberflächenbehandlung** hat Einfluss darauf, ob die Lackreste kontinuierlich aufgebraucht werden können oder ob regelmäßig neue Gebinde angefangen werden müssen.
- Insbesondere, wenn zwischen wasserlöslichen und lösemittelhaltigen Oberflächensystemen in einer Anlage gewechselt werden muss, ergeben sich umfangreichere Mengen an verschmutzten Lösemitteln, denn die Anlagen müssen sehr sauber gereinigt werden, bevor mit dem anderen Lacksystem gearbeitet werden kann. Deshalb sollte man entweder **nur eine Konzeption in seinem Oberflächenbereich einsetzen oder für jedes System ein eigenes Spritzgerät vorhalten**.
- Es sollte vermieden werden, **viele verschiedene Produkte** zu kaufen. Jedes Sonderangebot auszunutzen kann zu zusätzlichen Resten führen, welche nicht aufgebraucht und teuer entsorgt werden müssen.

Einsatz von wasserlöslichen Systemen

Wo es fertigungstechnisch möglich ist, sollte man **von lösemittelhaltigen auf wasserlösliche Systeme wechseln.** Damit sind deutlich weniger Lack- und Lösemittelreste verbunden. Im Bereich des Fenster- und Haustürenbaus sind wasserlösliche Systeme schon seit Jahren etabliert, bei Treppen und Fußböden können sie ebenfalls häufig verwendet werden. Im Innenausbau sind die Einsatzmöglichkeiten noch begrenzt.

Im Bereich der Beizen kann man in vielen Fällen **auf Wasserbeizen zurückgreifen**. Wasserbeizenreste stellen keinen Sonderabfall dar und sind verhältnismäßig unproblematisch gegenüber Lösemittelbeizen mit ihren 98 % Lösemittelanteil.

Näheres zum Einsatz von wasserlöslichen Systemen kann man auf der Seite Schreiner > Materialien > Oberflächenmaterialien > Wasserlacke nachlesen.

Umgang mit Lack- und Klebstoffresten

Damit Lack- und Klebstoffreste nicht zu Sonderabfall werden, müssen sie kontinuierlich aufgebraucht werden. Dabei kann eine **gute Ordnung im Lager** sehr hilfreich sein. Die Regale sollten entsprechend den jeweiligen Materialtypen gekennzeichnet werden. Das Lager für Lacke wie auch Klebstoffe, Dichtungsmassen und ähnliches muss ähnlich dem Lager für Holzreste regelmäßig überprüft und aufgeräumt werden, damit nicht immer neue Gebinde gebraucht und die älteren angebrochenen Gebinde überlagert werden.

Es ist darauf zu achten, dass die **Lacke und Klebstoffe nicht antrocknen**. Die Verwendung wird sonst erheblich beeinträchtigt und die Reste fallen zur Entsorgung an. **Die Behälter sollten geschlossen bleiben, um ein Eindicken zu vermeiden**.

Kleinere Lackreste, die nicht mehr verwendet werden können, sollte man durch Härterzugabe **aushärten** oder an der Luft austrocknen lassen. Dafür sollten die Gefäße weitestgehend offen sein, um möglichst schnell eine vollständige Aushärtung zu erreichen. Ausgehärtete Lackreste können als Restmüll entsorgt werden. Vergleichbares gilt für Filtermatten oder Lappen. Auch sie müssen vollständig ausgehärtet sein, damit sie dem Hausmüll zugeordnet werden können.

Lackreste nur in Originalbehältern aufbewahren und **keine Glasbehälter** aus dem Lebensmittelbereich verwenden. Für kleinere Reste, die noch benötigt werden, sollte man geeignete Kunststoffbehälter verwenden, in die kein UV-Licht eindringt und die eindeutig mit **Angaben zur Bezeichnung, Verwendungsdatum und Kundenauftrag** gekennzeichnet werden.

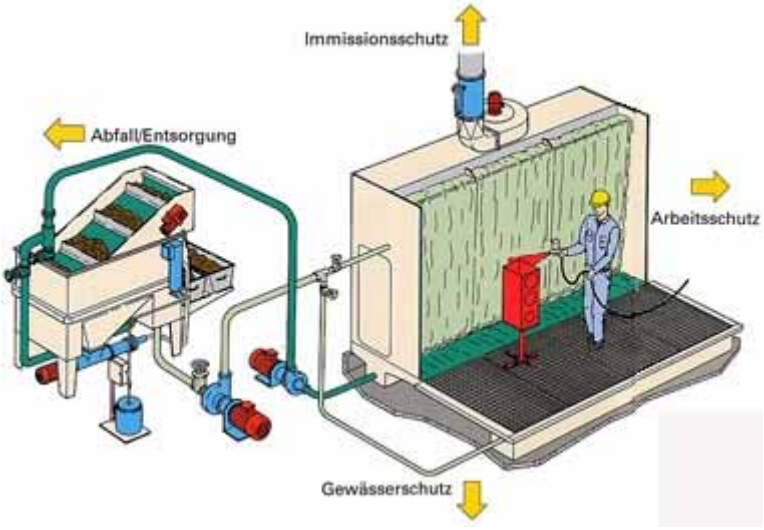
Konstruktive Maßnahmen

Durch konstruktive Maßnahmen kann auf Holzschutzmittel im Innenbereich grundsätzlich verzichtet werden. Durch die Wahl der Holzart lässt sich auch im Außenbereich die Notwendigkeit deutlich verringern, wenn die Vorgaben der DIN 68 800 Teil 3 voll ausgeschöpft werden. Näheres hierzu finden Sie auch im Bereich Schreiner > Materialien > Holzschutz.

Koagulieren in der Nassabscheidung

In Spritzräumen mit einer Nassabscheidung reichern sich im Laufe der Zeit die abgeschiedenen Lackpartikel im Wasser an. Im ungünstigsten Fall muss diese Mischung ohne Vorbehandlung als Sonderabfall entsorgt werden. Durch die Zugabe von Koagulierungsmitteln können die im Wasser enthaltenen Lackpartikel weitestgehend ausgeflockt und durch Filter aus dem Wasser entfernt werden. Dies kann manuell oder maschinell im Umlauf erfolgen.

Bild: Koagulierung einer Nassabscheidung



Das Koagulat enthält ausgehärtete Lackpartikel und kann dem hausmüllähnlichen Gewerbemüll zugeordnet werden. Um das Gewicht und die Masse des Koagulats weiter zu senken, stehen folgende ergänzende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Das Koagulat kann über **Pressen** weitestgehend vom Wasser getrennt werden. Dessen Anteil beträgt mindestens 50 %.
- Anstelle der mechanischen Entwässerung kann das Koagulat auch an der **Luft getrocknet** werden.

Bei einer Nassabscheidung sollte **nicht zwischen wasser- und lösemittelbasierten Lacksystemen gewechselt** werden. Diese benötigen unterschiedliche Koagulierungsmittel. Eine gleichzeitige Verunreinigung des Waschwassers mit den Lackpartikeln aus diesen unterschiedlichen Systemen erschwert dessen Reinigung erheblich.

Verwertung von Lackkanistern

Grundsätzlich sind Lackkanister Verpackungsmaterial für den verkauften Lack. Sie unterliegen auch der Rücknahmepflicht durch die Verpackungsverordnung. Damit sie verwertet werden können, müssen die Gebinde mit Lackresten **tropffrei entleert** sein.

Die Lackkanister sollten möglichst offen gelagert werden, damit sie richtig austrocknen und der Schrotthändler eindeutig erkennen kann, dass keine unzulässigen Lackreste mitentsorgt werden. **Solang die Kanister noch nach Lösemitteln riechen, sind sie noch nicht ausgehärtet!**

Abbeizen und Ablaugen

Das Abbeizen oder Ablaugen von Möbeln oder Bauteilen erfordert häufig den Einsatz besonders gefährlicher Stoffe. Die bei der Farbentfernung entstehenden Abfälle sind besonders überwachungsbedürftig und fallen schnell in größeren Mengen an. Hier sollte **so weit wie möglich auf externe Fachbetriebe zurückgegriffen werden**, welche die Möglichkeit haben, das Ablaugen oder Abbeizen in geschlossenen Bädern vorzunehmen und die entstehenden Abfälle betriebsintern zu behandeln.

Im eigenen Betrieb sollte Abbeizen und Ablaugen nur für kleinere Anwendungen vorgenommen werden. **Heißluftverfahren** erfüllen dabei häufig genauso ihren Zweck und ersparen den Einsatz von chlorhaltigen Abbeizern. Wo das nicht möglich ist sollte zumindest auf **pastöse chlorfreie Abbeizer auf wässriger Basis** zurückgegriffen werden.

Verwertung

Durch die Verwertung von Lacken und Lösemitteln können erhebliche Mengen an Neumaterialien eingespart werden. Art und Umfang der konkreten Nutzung des Oberflächenbereiches entscheiden in den meisten Fällen darüber, ob die genannten Hinweise auch wirtschaftlich sinnvoll sind. In jedem Fall können Sie aber zu einer **deutlich besseren Ordnung im Spritzraum** beitragen. Durch die eingesetzte Technik ergeben sich erhebliche Einflussmöglichkeiten auf die Abfallmenge und deren Zusammensetzung. Um die Verwertung von Lackresten bzw. deren schadlose Beseitigung zu erleichtern, können folgende Möglichkeiten genannt werden:

- Waschkabinette
- Lösemitteldestillation
- Lack-in-Lack-Verfahren
- Prolac-System
- Rücknahmesysteme
- Relac-System

Waschkabinette

Für kleinere Mengen anfallender Lösungsmittel bietet es sich an, ein Waschkabinett zu mieten. Diese Einrichtungen bestehen aus **pneumatisch betriebenen Spüleinrichtungen**. Man bekommt das Waschkabinett zunächst mit einem leeren und einem vollen Fass. Das Reinigen von Pinseln und Spritzgeräten erfolgt mit frischer Verdünnung. Verbrauchte Verdünnung wird in dem leeren Fass gesammelt. Der Spültisch wird zusätzlich automatisch abgesaugt und **verbessert somit erheblich die Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter.** Wenn das Fass mit der verschmutzten Verdünnung voll

ist, wird es abgeholt und durch ein Fass Frischverdünnung ersetzt. Die Schmutzverdünnung wird zentral in größeren Anlagen destilliert und gereinigt.

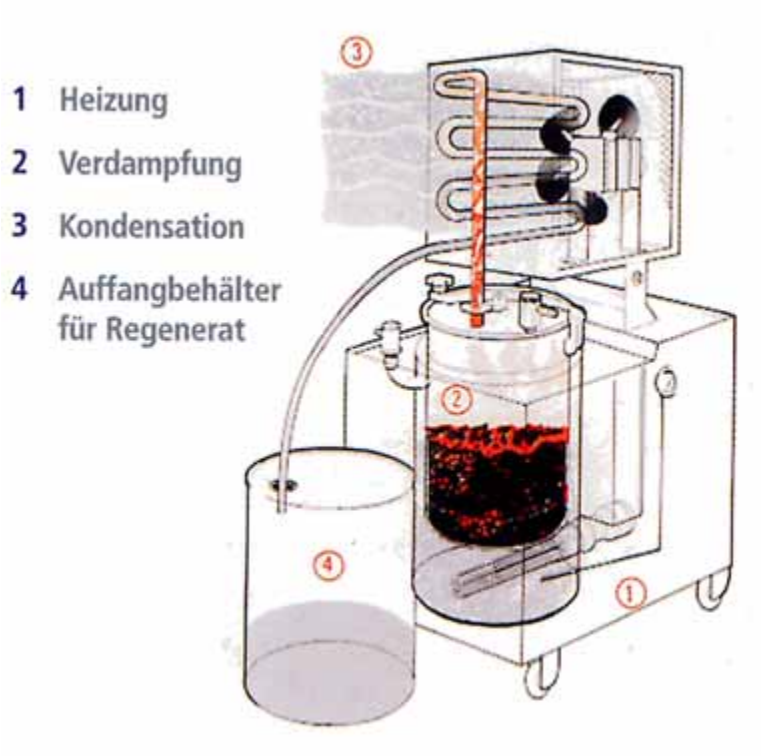
Bild: Waschkabinett

Auch bei der **Anwendung von Wasserlacken** ergibt sich das Problem, dass das dabei entstehende Schmutzwasser nicht geeignet ist, direkt in die Kanalisation eingeleitet zu werden: Es ist durch Lackreste und organische Lösemittel verunreinigt. Auch dafür gibt es inzwischen spezielle Waschkabinette. Durch die Zugabe von **Koagulierungsmitteln** werden die im Schmutzwasser enthaltenen Lackreste abgetrennt und das gereinigte Schmutzwasser kann wieder verwendet werden.

Lösemitteldestillation

Bei der Lösemitteldestillation werden die **verunreinigten Lösungsmittel erhitzt**. Sie verdampfen und kondensieren dadurch wieder zu reiner Waschverdünnung. Die zurückbleibenden Lackreste werden in einem Beutel erfasst und stellen ausgehärtete Lackreste dar. Die Geräte arbeiten mit einer maximalen Siedetemperatur von rund 170 - 180 °C. Beim Einsatz von Nitrocellulose-Lacken, die zu einer Selbstentzündung oberhalb einer Oberflächentemperatur von 130 °C neigen, sollte zusätzlich eine Vakuumtechnik eingesetzt werden, wodurch die Siedetemperatur der Lösemittel deutlich verringert und die Ausbeute der Destillation erhöht wird. Um die Beständigkeit bei der erhöhten Korrosionsgefahr zu verbessern, sollten nur Geräte aus Edelstahl zum Einsatz kommen.

Bild: Lösemitteldestillation



Über die Lösemitteldestillation können auch kleinere Lackreste mit aufdestilliert werden. Durch die Destillation steht ausreichend gut gereinigte Waschverdünnung quasi unbegrenzt zur Verfügung. Dies ermöglicht, dass die Spritzgeräte mit mehr Verdünnungseinsatz gereinigt werden können. Dadurch kommt es **während des Spritzvorgangs zu weniger Störungen**.

Destillationsgeräte werden am Markt ab etwa 2000 Euro angeboten. Rein wirtschaftlich betrachtet ergibt sich daraus ein Amortisationszeitraum von über 5 Jahren. Die qualitativen Vorteile sind jedoch erheblich.

Es bietet sich durchaus an, solche Geräte gemeinsam mit Kollegen zu betreiben. Sie sind transportabel und werden selten von einem Betrieb voll ausgelastet.

Rücknahmesysteme

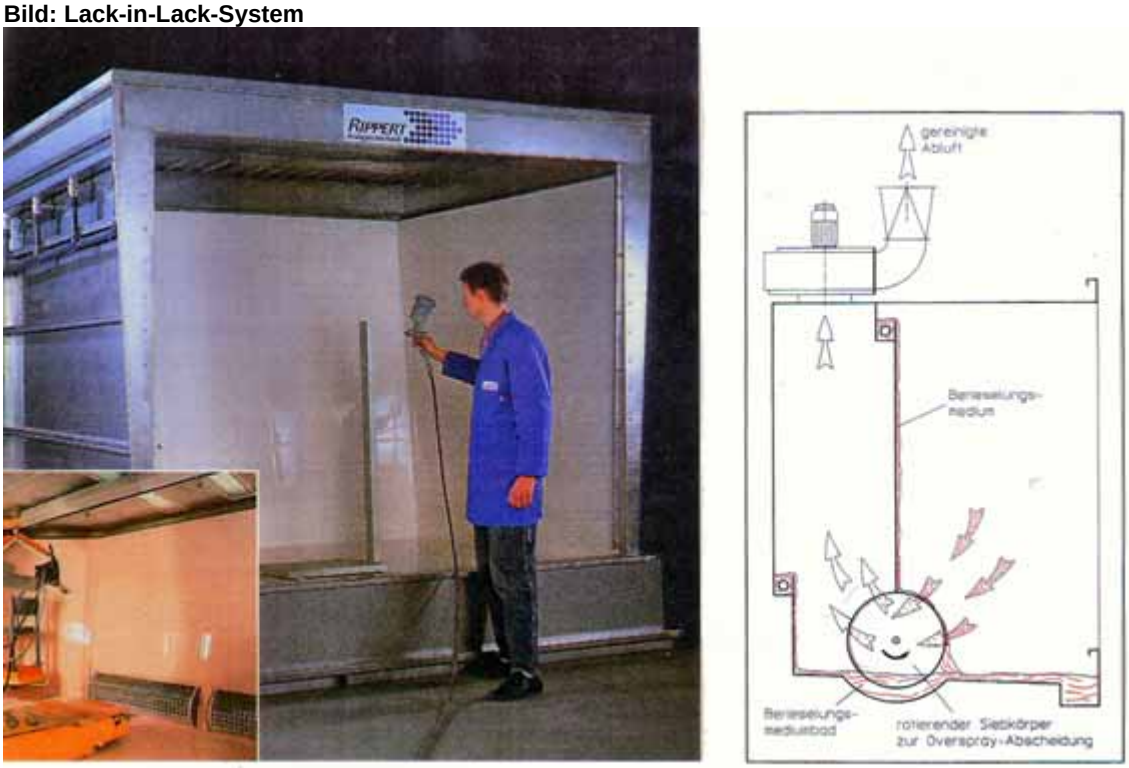
Viele Lieferanten bieten an, größere Fässer mit Waschverdünnung zurückzunehmen und aufzubereiten. Betreibt der jeweilige Händler ein zentrales Aufbereitungssystem, so kann er verschmutzte Lösemittel reinigen und wieder als Waschverdünnung verwenden.

Fragen Sie Ihren Lieferanten, ob er solche Rücknahmemöglichkeiten für Sie einrichten kann

Lack-in-Lacksystem

Wasserlösliche Lacksysteme können unter der Voraussetzung, dass **kein regelmäßiger Farbwechsel** erforderlich ist, in einem so genannten "Lack-in-Lack" Verfahren aufgetragen werden. Insofern dürfte das Verfahren nur bei industrieähnlichen Fertigungsverfahren zum Einsatz kommen. Alle Innenflächen der Lackkabine werden mit dem gespritzten Lack im Umlaufverfahren berieselt. Das Overspray wird dadurch erfasst und kann vollständig zur Anwendung zurückgeführt werden.

Bild: Lack-in-Lack-System

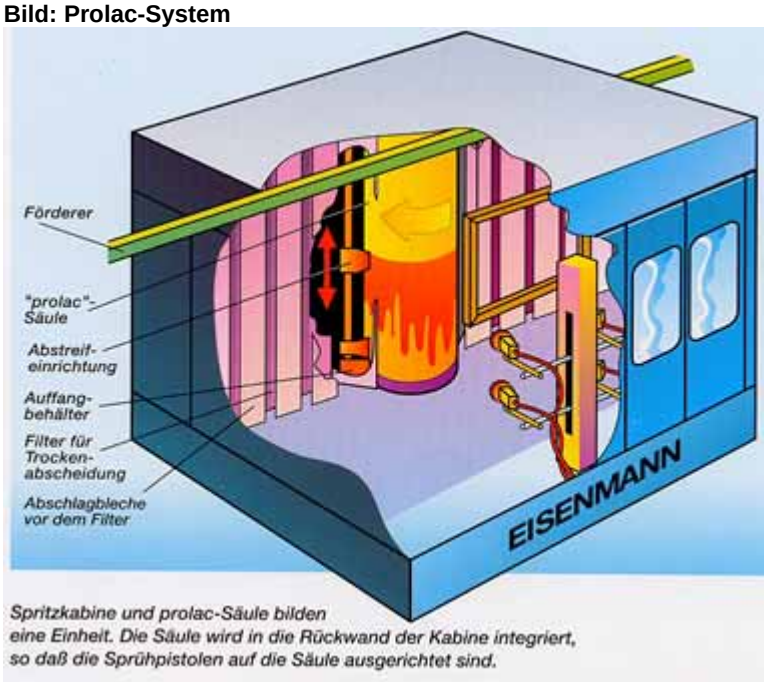


Quelle: Rippert/Herzebrock

Prolac-System

Bei automatischen Durchlaufspritzanlagen (z.B. Fenster- und Stuhlfertigung) wird die Spritzpistole ausschließlich vertikal gesteuert. Das dabei entstehende Overspray kann auf einer **rotierenden Walze** erfasst werden. Diese Walze wird automatisch mit einem Schaber abgestreift. Damit der Lacknebel nicht aushärtet, wird dieser auf der Zylinderrückseite durch einen Zerstäuber fein "durchtränkt". Dadurch kann das abgerakelte Material wieder dem Lackierprozess zugeführt werden.

Bild: Prolac-System


Förderer
"prolac"-Säule
Abstreif-einrichtung
Auffang-behälter
Filter für Trocken-abscheidung
Abschlagbleche vor dem Filter
EISENMANN
Spritzkabine und prolac-Säule bilden eine Einheit. Die Säule wird in die Rückwand der Kabine integriert, so daß die Sprühpistolen auf die Säule ausgerichtet sind.

Quelle: Eisenmann/Böblingen

Die komplette automatische Reinigung der Prolac-Säule erfolgt erst bei Farbwechsel oder längeren Arbeitspausen. Ein von oben nach unten an der Säule entlanglaufendes "weiches" Rakel streift den Lack schonend ab.

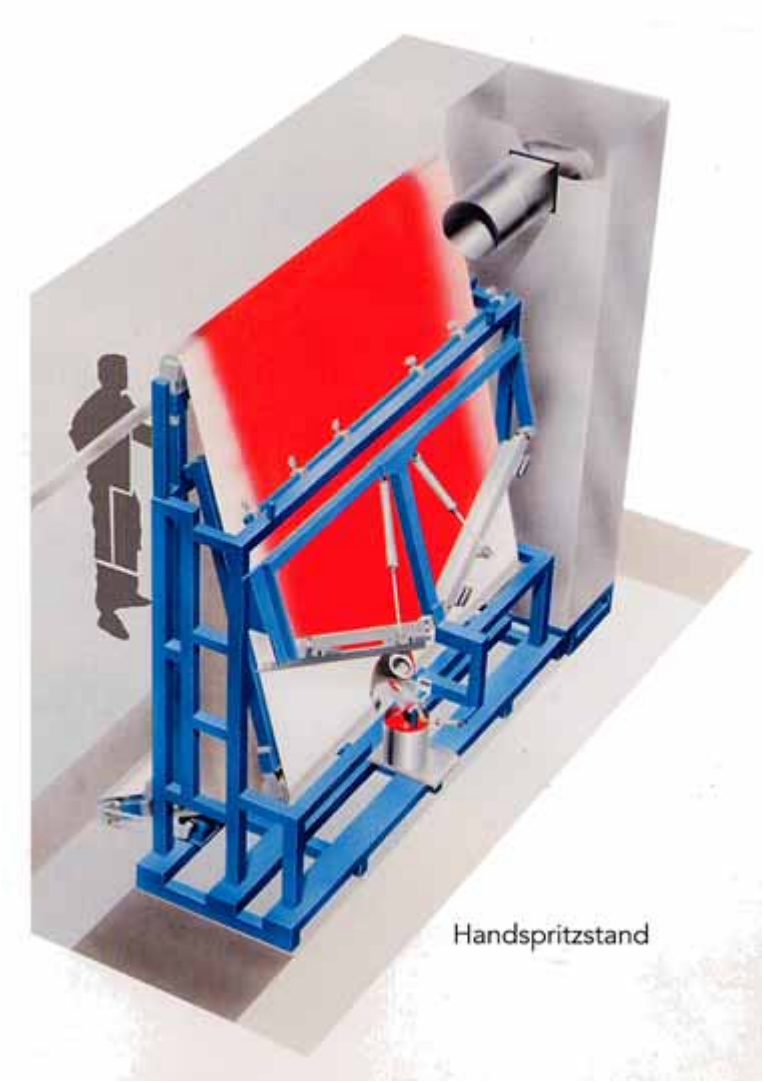
Am Fuß der Prolac-Säule stationär angebrachte Rakel nehmen den nach unten laufenden Lack ab und leiten ihn in das Auffanggefäß. Nach kurzer Reinigung der Schaber kann sofort mit der Verarbeitung eines neuen Farbtons begonnen werden.

In größeren Fensterbaubetrieben könnten solche Anlagen gut genutzt werden. Die hohe Investition kann sich nur über den eingesparten Lack rechnen und erfordert eine hohe Auslastung.

Relac-System

Bei dem Relac-System spritzt der Anwender den Lack vor dem Hintergrund eines **breiten umlaufenden Bandes** auf das Produkt. Dieses Band erfasst das **Overspray**, welches dann durch spezielle Abschabeeinrichtungen zurück gewonnen werden kann.

Bild: Relac-System



Quelle: Planet/Lienz

Das System arbeitet **unabhängig vom Lacktyp**, es können also wasserlösliche wie auch lösemittelhaltige Systeme verarbeitet werden. Das rückgewonnene Material wird gefiltert und mit Neulack verschnitten oder direkt dem Beschichtungsprozess zugeführt. Je nach Lacktyp ist es

grundsätzlich möglich, das Overspray wieder als vollwertigen Lack zu verwenden. Ein Farbwechsel dauert ca. 15 Minuten, das Recycling ist bereits ab Chargen von 10 kg Lack möglich.

Für Betriebe, die eine hohe Oberflächennutzung aufweisen, könnte sich eine solche Investition am ehesten rechnen, da dadurch erhebliche Lackmengen eingespart werden können.

Baustellenabfälle

Zunehmend ist der Schreiner heute im Umbau tätig. Alte Möbel, Fenster und ähnliches müssen ausgebaut werden, bevor die neuen Einrichtungen montiert werden können. Baustellenabfälle fallen häufig an und müssen deshalb frühzeitig in der Auftragsplanung mit berücksichtigt werden.

Die Entsorgung von Baustellenabfällen ist meist teuer und zeitaufwändig. Der genaue Anfall ist im Vorfeld oft nicht bekannt. **Der erforderliche Entsorgungsaufwand kann durch eine abgestimmte Planung mit dem Bauherrn und anderen Gewerken optimiert werden**:

1. Die Planung und Vorbereitung der Entsorgung muss **von Anfang an** mit einbezogen und darf nicht erst als Notmaßnahme kurzfristig ergänzt werden
2. Berücksichtigung aller Entsorgungsaspekte in den **Verträgen**
   - Maßnahmen
   - Verantwortlichkeiten
   - Eigentum
   - Kosten
3. **Anzahl und Größe der Container abklären** (entsprechend der zu entsorgenden Abfallarten) und möglichst mit anderen Gewerken auf der Baustelle abklären.
4. Abstimmung mit den **Straßenbehörden**, wenn die Container im Straßenbereich aufgestellt werden müssen
5. **Information der Mitarbeiter** über die richtige Zuordnung
6. **Sichern der Container** vor unbefugter Benutzung
7. **Dokumentation** der entsorgten Abfälle für die spätere Abrechnung

Wer die konkreten Entsorgungsmöglichkeiten für die verschiedenen Abfallarten in seiner Region kennt, sollte überlegen, ob er die anfallenden Abfälle nicht **direkt bei der jeweiligen Annahmestelle** abliefern kann. Das erspart eigene Container und Entsorgungskosten und ist günstiger als die Entsorgung von gemischten Baustellenabfällen.

Altholz

Im Zug des Umbaus von Wohnungen und Häusern wird im größeren Umfang auch Gebrauchtholz ausgebaut und einer Entsorgung zugeführt. Früher wurden diese Abfallfraktionen überwiegend als gemischte Bau- und Abbruchfälle auf den Deponien entsorgt. Durch die neue **Altholzverordnung** müssen diese Hölzer nun getrennt gehalten und einer Verwertung zugeführt werden.

Die Altholzverordnung unterscheidet für die spätere Verwertung zwischen folgenden **Kategorien:**

Tabelle: Altkategorien nach der Altholzverordnung

Kategorie	Bezeichnung	Herkunft
A I	naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde	Möbel aus Massivholz ohne Leimplatten
A II	verleimtes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne **Holzschutzmittel**	Plattenwerkstoffe, Leimholzplatten, Möbel ohne PVC-Anteile, Innentüren, Profilbretter für Innenverkleidungen, Dielen
A III	Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne **Holzschutzmittel**	Möbel mit PVC-Kanten oder PVC-Beschichtungen
A IV	mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz	Konstruktionshölzer für tragende Teile, Dachsparren, Fenster, Haustüren, imprägnierte Hölzer aus dem Außenbereich, Gartenmöbel, Zäune, Brandholz
PCB-Altholz	Altholz, das PCB im Sinne der PCB/PCT-Abfallverordnung ist und nach deren Vorschriften zu entsorgen ist, insbesondere Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten	Mit Steinkohlenteerölen imprägnierte Masten oder ähnlich behandelte Dämmplatten

Sofern mehr als 1 m³ an Altholz anfällt, besteht für den Abfallerzeuger die Pflicht, dieses Altholz entsprechend den aufgeführten Kategorien zu trennen und einem Altholzverwerter zuzuführen.

Altholz der Kategorie A I und A II ist geeignet für die **stoffliche Verwertung** (Fertigung neuer Spanplatten). Die Verordnung gibt Grenzwerte für bestimmte Gefahrstoffe vor, die der Altholzverwerter sicherstellen muss, damit keine Gefahrstoffanreicherung in den daraus gefertigten Spanplatten erfolgen kann.

Althölzer der Kategorien A III oder A IV müssen **thermisch in einer dafür geeigneten Anlage verwertet** werden. PCB-Altholz muss einer Beseitigung zugeführt werden, da die Umweltrisiken bei dieser Abfallfraktion sehr hoch sind.

Althölzer der Kategorie PCB können **Holzschutzmittel** enthalten. Dies schließt alle typischen Holzschutzmittel für die Imprägnierung der Fensterhölzer ein. Solche Holzschutzmittelbehandlungen wurden bis in die 70er Jahre generell bei Fenstern durchgeführt. Mit dem Aufkommen der Tropenhölzer reduzierte sich der Einsatz aber weitestgehend auf bläuehemmende Mittel bei einheimischen Nadelhölzern. Die **Entwicklung der Holzschutzmittelbelastung** an Holzfenster kann wie folgt dargestellt werden:

- Bis in die 60er Jahre wurde für die Beschichtung von Fenster Bleiweiß verwendet, das heute mit seinem Schwermetallgehalt die Fenster belastet.
- Danach kam Penta-Chlor-Phenol (PCP), das im größeren Umfang auch in Inneneinrichtungen in den 70er Jahren verwendet wurde und dadurch die bekannten Holzschutzmittelprozesse auslöste. PCP enthält viele dioxinhaltige Bestandteile und ist krebserzeugend.

- Nachdem PCP 1986 verboten wurde, kam als Nachfolger Lindan zum Einsatz, ein chlororganischer Stoff, der ebenfalls erhebliche gesundheitliche Risiken birgt. Lindan wurde Anfang der 90er Jahre in Deutschland verboten, wird aber im europäischen Ausland auch heute noch eingesetzt.
- Die seit den 90er Jahren verwendeten Imprägnierschutzmittel werden nur in sehr geringen Konzentrationen aufgebracht. Gleichwohl sind auch sie aufgrund ihrer bioziden Wirkung mit Risiken behaftet.

Zusätzlich bleibt beim Gebrauchtholz ungewiss, welche **weiteren Beschichtungen der Anwender im Laufe der Nutzung aufgebracht** hat. Auch Innentüren z.B. wurden früher gerne mit Fensterlack gestrichen, der im erheblichen Umfang Blei oder PCP enthalten hat. Dies erschwert die Einschätzung des Gefahrenpotenzials.

Um die Zuordnung zu den jeweiligen Kategorien zu erleichtern, hat man in der Altholzverordnung eine Herkunftsvermutung eingeführt: Aufgrund der baulichen Herkunft kann das Holz in vielen Fällen eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden. Dazu muss der Betrieb, von dem das Altholz stammt, die Menge und die Herkunft auf einem **Anlieferungsschein** dokumentieren.

Näheres zur Altholzverordnung kann auf der Seite Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und produktbezogene Regelungen > Altholz nachgelesen werden.

Vermeidungsansätze

- Damit Altholz erst gar nicht entsteht, sollten die aus Holz erstellen Produkte **eine hohe Lebensdauer aufweisen**. Gerade im Fensterbereich werden häufig viele konstruktive und beschichtungstechnische Fehler gemacht, die dazu führen, dass das jeweilige Fenster schon nach wenigen Jahren nicht mehr zu reparieren ist und entsorgt werden muss. Dies betrifft insbesondere die Punkte:
  - ausreichende Beschichtungsdicke
  - vollflächige Verleimungen
  - Berücksichtigung des Ausdehnungsverhaltens der Regenschiene
  - ausreichende Abdichtung des Fensters zum umgebenden Baukörper
- Die **Holzart** hat entsprechend ihrer Witterungsbeständigkeit ebenfalls einen großen Einfluss auf die Lebensdauer des jeweiligen Außenbauteils. **Konstruktiver Holzschutz** kann dies sinnvoll ergänzen. Nähere Informationen können auf der Seite Schreiner > Materialien > Holzschutz > Konstruktiver Holzschutz nachgelesen werden.
- **Abdeckende Systeme** aus Aluminium oder Harthölzern (3-Schicht-Fenster) können ebenfalls dazu beitragen, die Nutzungsdauer von Fenstern deutlich zu verlängern.
- Die Nachhaltigkeit von Möbeln und anderen Einrichtungen hängt ganz erheblich von deren **Anpassungsfähigkeit an wechselnde Nutzerbedürfnisse** und deren **Reparaturfähigkeit**. Die Produktgestaltung entscheidet erheblich über die Nutzungsdauer und Gebrauchstauglichkeit. Weitere Hinweise dazu finden sich im Bereich Wichtig für alle Branchen > Produktverantwortung > Produktgestaltung.

Verwertungsmaßnahmen

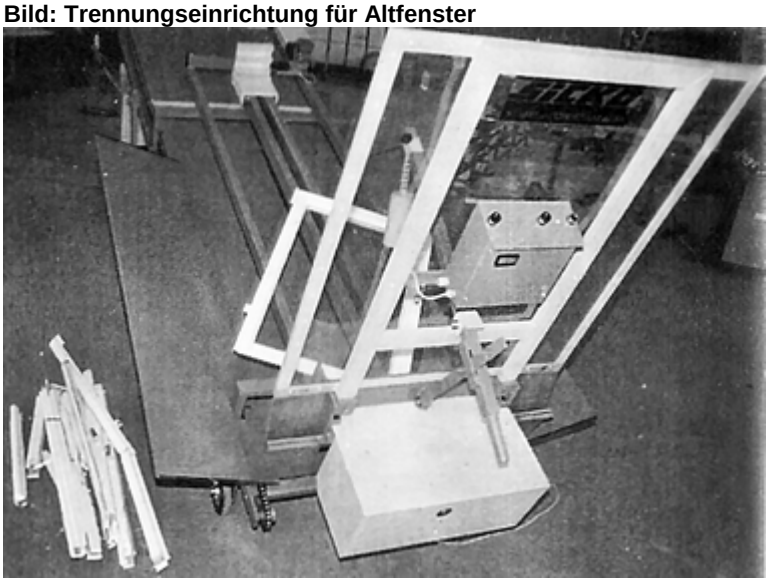
- Die Kategorien A I und A II entsprechen den Brennstoffgruppen 4 - 7 gemäß der **1. BImSchV**. D.h. Altholz der Kategorie A I kann in Holzfeuerungsanlagen ab 15 kW, der Kategorie A II in Anlagen ab 50 kW Nennwärmeleistung als Brennstoff genutzt werden. Sofern ein Betrieb die Möglichkeit hat, in **seiner eigenen Holzfeuerung derartige Althölzer thermisch zu nutzen**, müssen diese nicht mehr teuer entsorgt werden. Näheres zum Thema Holzfeuerungen findet sich im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Holzfeuerung.
- Für eine stoffliche Verwertung der Gebrauchthölzer ist es erforderlich, die Schadstoffe aus Lacken und Holzschutzmitteln weitestgehend auszuschließen. Damit eine stoffliche Verwertung nicht durch Vermischung erschwert wird bedarf es einer ausreichenden Trennung von Hölzern der Kategorie A IV und der Kategorie A I oder A II.
- Eine energetische Verwertung von Gebrauchthölzern der Kategorie A III und A IV kann nur in Anlagen der **17. BImSchV** erfolgen. Das gültige Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ermöglicht es, dass für die **Einspeisung von Strom aus Biomassekraftwerken** eine

Vergütung zwischen 6,4 und 13 ct/kWh gezahlt wird. Dies hat in den letzten Jahren die Planung und Errichtung entsprechender Kraftwerke sehr vorangetrieben, sodass heute ein Markt für thermisch verwertbare Althölzer entstanden ist, der auch die Entsorgung in Schreinerbetrieben günstig beeinflusst.

Es ist empfehlenswert, sich bei verschiedenen Entsorgern für Althölzer nach den angebotenen Möglichkeiten zu erkundigen.

- Vor allem für den großen Problembereich Altfenster bietet es sich an, **Fensterrahmen und Glas voneinander zu trennen**. Dies kann manuell oder mit Hilfe von Trennungseinrichtungen geschehen:

Bild: Trennungseinrichtung für Altfenster



Untersuchungen haben gezeigt, dass die manuelle Trennung von Glas und Rahmen ca. 1 - 2 Minuten benötigt. Bei einer Trennungseinrichtung wie sie oben dargestellt ist, reduziert sich diese Zeit auf ca. 30 Sekunden. Der wirtschaftliche Einsatz einer Trennungseinrichtung dürfte bei rund 300 Fenstereinheiten pro Jahr beginnen.

Das manuelle Trennen sollte nur mit ausreichender Abdeckung der Arme, Augenschutz und Lederhandschuhen erfolgen.

Durch die Trennung von Glas und Rahmen ergeben sich wesentliche **Vorteile**:

1. Das **Gewicht** der Altfenster ohne Glas reduziert sich um ca. 25 - 30 %.
2. Das **Volumen** der ausgebauten und zerlegten Fensterrahmen ist um ca. 50 - 60 % geringer als bei Komplettentsorgung.

Die Abfallcontainer werden können länger genutzt oder verkleinert werden. Die Verwertung wird erleichtert und Entsorgungskosten werden reduziert.

Je nach Verunreinigung der Glasreste ergeben sich für die **Entsorgung des Fensterglases** unterschiedliche Kategorien. Gerade beim Heraustrennen der **Einfachscheiben** fallen Kitt- und Farbreste, Silikone und andere Dichtungsmassen an, die das Glas verunreinigen. Dadurch kann es nicht als Fensterglas wiederverwertet werden. Entsprechend sind die Entsorgungskosten dafür höher als für sauberes Fensterglas.

Ob sich eine solche Trennung für den Betrieb lohnt, ergibt sich aus der anfallenden Glasmenge. **Ein qualifizierter Entsorgungspartner kann jedem Betrieb die für ihn optimale Behälterlösung anbieten**.

Bild: Behälter für Altglas

Kunststofffenster

In den 70er Jahren begann der Einbau von Kunststoff-Fenstern. Diese kommen inzwischen in die Jahre und stehen vermehrt zur Entsorgung an.

Abfalltechnisch können die Kunststoffabfälle wie folgt zugeordnet werden:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 02 03	Bau- und Abbruchabfälle - Kunststoff	• Kunststoff-Fenster • Rollläden und Rollladenkästen • Rohre und Abdeckungen

Vielfach werden die Kunststoff-Fenster nicht getrennt, sondern gemeinsam mit Baustellenabfällen als gemischte Bau- und Abbruchabfälle entsorgt. Ab Mitte 2005 gelten jedoch die Vorgaben der TA-Siedlungsabfall, nach denen eine Entsorgung von Kunststoff-Abfällen auf herkömmlichen Deponien nicht mehr möglich sein wird.

Verwertungsmaßnahmen

Seit einigen Jahren haben die Hersteller für PVC-Fensterprofile in Deutschland zwei größere Aufbereitungsanlagen eingerichtet. Diese Anlagen dienen dazu, Alt-PVC aus dem Baubereich aufzubereiten, damit es als **Granulat für die Herstellung neuer Profile** genutzt werden kann. Rein technisch gesehen ergeben sich dadurch keine Beeinträchtigungen. Das recycelte PVC entspricht in seinen technischen Anforderungen Neu-Material weitgehend.

Es ist nicht immer einfach, in der eigenen Region einen geeigneten Partner für die Entsorgung von Kunststoff-Fenstern zu finden. **Über die Internetadresse von rewindo kann man entsprechende Fachunternehmen erfragen**.

Häufig kommen in den Betrieben nicht die Mengen an Alt-PVC Fenstern vor, um sie getrennt zu entsorgen. Die Entsorgungsbedingungen auf den Deponien sind regional sehr unterschiedlich, sodass sich die Rücknahme- und Verwertungsmöglichkeiten über die zentralen Aufbereitungsanlagen noch nicht flächendeckend durchgesetzt haben. Mit der endgültigen Umsetzung der TA-Siedlungsabfall dürften sich die Bedingungen so ändern, dass auch von Seiten der Entsorger andere Angebote zur Getrennthaltung von Alt-PVC zu erwarten sind.

Metalle

Beim Aus- und Umbau fallen immer wieder Metallteile an. Diese sind oft fest mit den jeweiligen Einrichtungen verbunden. Es lohnt sich aber zunehmend, sie auszubauen und getrennt zu entsorgen. Es sich dabei um folgende Abfallarten handeln:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 04 01	Kupfer, Bronze, Messing	Alte Beschläge, Leitungen...
17 04 02	Aluminium	Fensterbänke, Regenschienen...
17 04 03	Blei	alte Rohre
17 04 05	Eisen und Stahl	Beschläge, Rohre, Stahlzargen, Lackkanister
17 04 07	gemischte Metalle	gemeinsame Erfassung

Verwertungsmaßnahmen

Während früher alle Altmetalle in einen Behälter geworfen wurden, wird es angesichts der anziehenden Rohstoffpreise zunehmend interessanter, **auch kleine Mengen an Metallen zu trennen** und damit Erlöse zu erzielen. Angesichts der guten Marktpreise werden die Betriebe von Schrotthändlern meist regelmäßig aufgesucht. Die Trennung kann in Gitterboxen oder leeren Lackkanistern erfolgen.

In jedem Fall lohnt es sich, Metallteile getrennt zu halten und zu entsorgen. Wenn sie gemeinsam mit anderen Baustellenabfällen gemischt entsorgt werden müssen, sind die Kosten doppelt so hoch.

Bauschutt

Normalerweise fällt beim Einbau von Fenstern, Türen oder Schränken Bauschutt nur in sehr beschränktem Umfang an. Oft wird er mit dem Restmüll entsorgt. Aber angesichts des deutlichen Preisunterschiedes in der Entsorgung sollte man die getrennte Erfassung und Verwertung von Bauschutt erwägen. Es handelt es sich dabei um:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 01 07	gemischter Bauschutt	Ziegel, Mauerwerk, Beton, Keramik, Fließen u. ä.

Verwertungsmaßnahmen

Bauschutt kann gut als Bodenunterlage im Baubetrieb genutzt werden. Voraussetzung ist, dass er **keine schädlichen Stoffe enthält** und nicht mit Holzteilen, Dämmmaterialien oder ähnlichem vermischt ist.

Gerade bei Steinbrüchen oder im Tagebau werden gezielt Bauschuttfraktionen zum Verfüllen benötigt. Wo es sich anbietet, sollte man deshalb den Bauschutt entsprechend den in der Region vorhandenen Annahmemöglichkeiten trennen und somit möglichst kostenlos entsorgen.

Aufgrund des hohen Gewichts von Bauschutt sollte dieser von sonstigen Baustellenabfällen **unbedingt getrennt gehalten** werden. Ansonsten werden die Entsorgungskosten unnötig in die Höhe getrieben.

Wertstoffe

Verpackungsabfälle machen volumenmäßig einen ganz erheblichen Anteil der Gesamtabfallmenge im Betrieb aus. Die Verpackungsverordnung unterscheidet von der Funktion her zwischen den Arten:

- **Transportverpackung**
  Kisten, Säcke, Paletten, Kartonagen, geschäumte Schalen, Schrumpffolien und ähnliche Umhüllungen, die zum Schutz vor Transportschäden eingesetzt werden.
- **Verkaufsverpackungen**
  Verkaufsverpackungen umschließen direkt das gekaufte Produkt bis zu dessen Verbrauch.
- **Umverpackungen**
  Sie dienen als Verkaufshilfe für den Verkauf der Produkte. Häufig bestehen sie aus **Blister**, Folien oder Kartonagen.

Grundsätzlich gilt für alle Abfalltypen eine Rücknahmepflicht für denjenigen, der die Verpackung in den Verkehr bringt. Reden Sie deshalb mit Ihrem Lieferanten, wie er seiner Rücknahmepflicht gerecht wird.

In der Praxis haben sich zwei Modelle etabliert:

- Bei Mengen bis max. 1100 Liter je Stoffgruppe wird die Abholung durch das Duale System Deutschland mit Hilfe gelber Säcke oder Container im ortsüblichen Abfuhrrhythmus bewerkstelligt.
- Bei größeren Mengen werden die Wertstoffe über das Interseroh-System erfasst. Darunter werden alle Verpackungen im gewerblichen Bereich einer Wiederverwertung zugeführt.

Neben den Verpackungsabfällen können in Schreinerbetrieben noch weitere Wertstoffe anfallen, die bei einer sortenreinen Trennung wiederverwertet werden können.

- **PVC-Abschnitte** aus der Kunststofffenster-Fertigung
- **Batterien** und Akkus

Während PVC-Abschnitte ohne Probleme über den Lieferanten in der Regel mit Ertrag der Herstellung von Strangprofilen zugeführt werden können, gelten für Batterien und Akkus besondere Rechtsvorschriften.

Metallverpackungen

Metallverpackungen in Schreinerbetrieben kommen in folgenden Bereichen vor:

- Metallkartuschen für Montageschäume von Fenstern
- Lackkanister und -kannen

Dabei handelt es sich um die Abfallarten:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
15 01 10	**Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind**	Montageschaumkartuschen
15 01 04	Verpackungen aus Metall	restentleerte Lackkanister

Metallkartuschen

Die 1-Komponenten Schäume für die Abdichtung von Fenstern enthalten einen Schaum aus Polyurethan, der mittels Treibgasen die Randöffnungen der montierten Fenster abdichtet. Auch die leeren Kartuschen enthalten immer noch **Restbestandteile von gefährlichen Stoffen**, sodass sie nicht mit den normalen Verpackungsabfällen entsorgt werden sollten.

Vermeidungsansätze

Anstelle von Montageschäumen kann man auch **andere Dämmmaterialien** wie Mineralwolle oder Schafwolle verwenden.

Verwertungsmaßnahmen

Seitdem die Rücknahmepflicht auch für schadstoffbelastete Verpackungen gilt, wurde bundesweit das **PDR-System** eingeführt. Damit werden verschmutzte Metallkartuschen für Montageschäume einer Wiederverwertung zugeführt.

Bild: PDR-Zeichen

Die leeren Kartuschen sollten in den **Originalkartons gesammelt** werden. Entweder können sie über den Lieferanten zurückgenommen werden oder sie werden im Betrieb abgeholt. Dazu muss der

Betrieb bei der Zentralstelle eine Abholung anmelden, die in der Regel erst ab 8 Kartons vorgenommen wird.

Durch die bundesweit einheitliche Verbreitung ist die Verwertung von Metallkartuschen für Montageschäume kein Problem.

Lackkanister und -kannen

Lacke, Öle und andere Oberflächenmaterialien werden in der Regel in Metallverpackungen angeliefert, da die Metallverpackung die bestmögliche Abdichtung gegen Licht und UV-Strahlen darstellt.

Vermeidungsansätze

Die Vermeidung von Lackkannen erfolgt im Zusammenhang mit dem optimalen Einsatz des jeweiligen Lackes. Für Vermeidungsansätze im Oberflächenbereich finden sich auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Oberflächenmaterialien > Vermeidung weitere Anregungen.

Verwertungsmaßnahmen

Von Lackkanistern, die noch geringe Mengen an entzündlichen Restlacken enthalten, gehen **erhebliche Brandgefahren** aus. Das Luft-Lösemittelgemisch ist wesentlich entzündungsfähiger als das einer vollen Lackkanne. Deshalb sollten Restbestände an Lacken ausreichend abgedichtet gelagert oder gänzlich restentleert werden.

Bild: Restentleerung von Kanistern

- Leere Lackkanister werden in der Werkstatt gerne als **Abfalleimer** oder auf der Baustelle als **Tragehilfe** eingesetzt.
- In der Regel werden die Lackbehälter auch von **Schrotthändlern** angenommen. Um eine ausreichende Kontrolle der Restentleerung zu ermöglichen ist es hilfreich, wenn die Behälter offen sind.
- Viele Lackhersteller haben sich dem bundesweiten **Kreislaufsystem Blechpackungen Stahl GmbH** (KBS) angeschlossen. Das KBS bietet ein bundesweites Rücknahme- und Verwertungssystem für Lackkanister und Blechbehälter an.

Bild: KBS-System

Kunststoffe

Kunststoffabfälle aus Verpackungen kommen in Schreinerbetrieben in vielerlei Form vor:

- Styropor-Formteile
- Folienverpackungen
- Blisterfolien
- Kunststoff-Kartuschen von Dicht- und Klebemassen
- Kunststoffbehälter

Alle diese Abfälle können der folgenden Abfallgruppe zugeordnet werden:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
15 01 02	Verpackungen aus Kunststoff	Folien, Kartuschen u. ä.

Vermeidungsansätze

Bislang konnten sich Mehrwegsysteme nur in Teilbereichen etablieren. Sie sind von übergreifenden Standards bzw. Verfügbarkeiten abhängig, die leider für viele Artikel nur sehr eingeschränkt gegeben sind.

- Im Hinblick auf die große Vielzahl der Um- und Transportverpackungen sollte man bei regelmäßiger Belieferung mit seinem **Lieferanten** die Verpackung auf das unbedingt notwendige Minimum **abstimmen**.
- Gerade für Reinigungsflüssigkeiten ist es interessant, nicht viele kleine Chargen zu kaufen, sondern ein **größeres Gebinde**. Die Mitarbeiter können sich dann über **nachfüllbare Sprühflaschen** ihren Bedarf abfüllen. Dadurch wären die Einkaufskosten günstiger und die Verpackungen für die Kleingebinde vermieden.

Bild: Sprühflasche

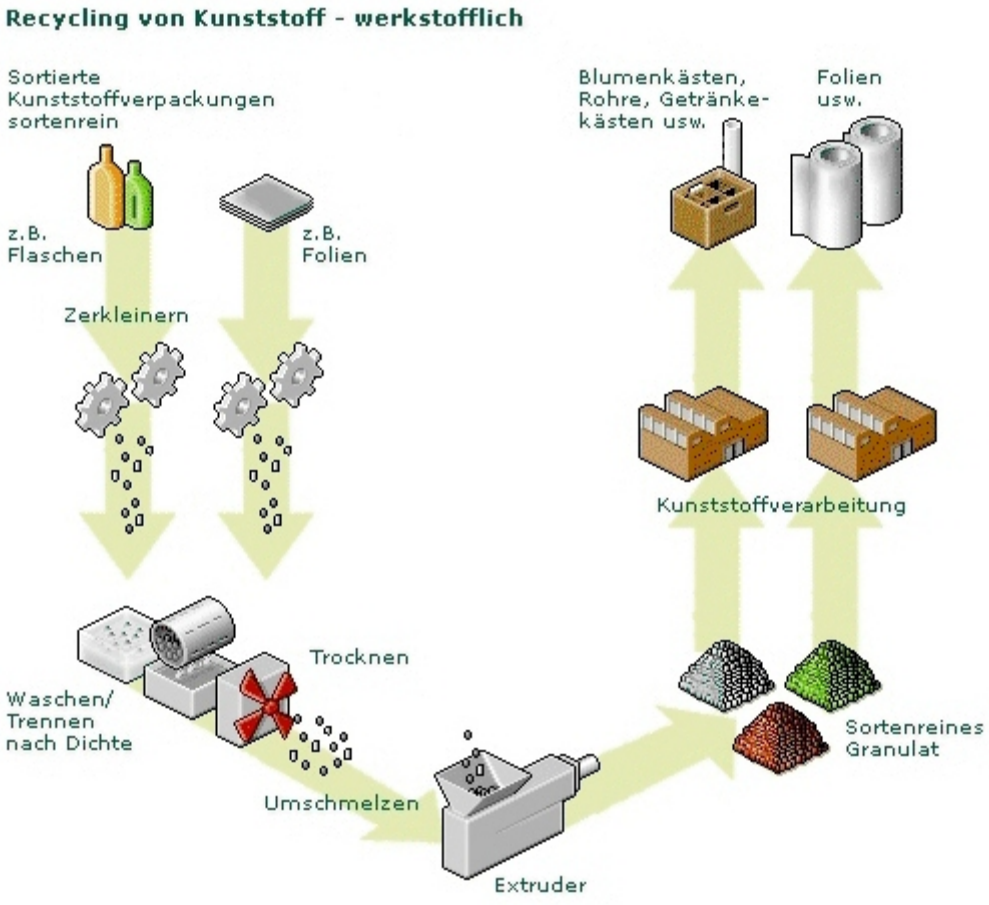
Verwertungsmaßnahmen

Für alle Kunststoffverpackungen gelten die Rücknahmepflichten entsprechend den Vorgaben der Verpackungsverordnung. Nähere rechtliche Informationen dazu können auf der Seite Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und produktbezogene Regelungen > Verpackungen nachgelesen werden.

Im Privatverbraucherbereich dominiert das System **Grüner-Punkt**. Viele Betriebe sind im Umfeld von privaten Haushalten angesiedelt und können deshalb ihre Kunststoffverpackungen über den Gelben Sack oder Gelbe-Container abholen lassen. Die vom Grünen-Punkt erfassten Verpackungen werden entgegen vielerlei Vorurteilen zu mehr als 97 % einer Verwertung zugeführt.

Die große Vielzahl an Kunststoffen mit ihren unterschiedlichen Zusätzen erschweren eine stoffliche Verwertung erheblich. Deshalb hat sich im Bereich der Kunststoffverpackungen neben der werkstofflichen auch die rohstoffliche Verwertung etabliert. Durch die **werkstoffliche Verwertung** werden aus den gesammelten Kunststoffabfällen neue Produkte hergestellt:

Bild: Werkstoffliche Verwertung

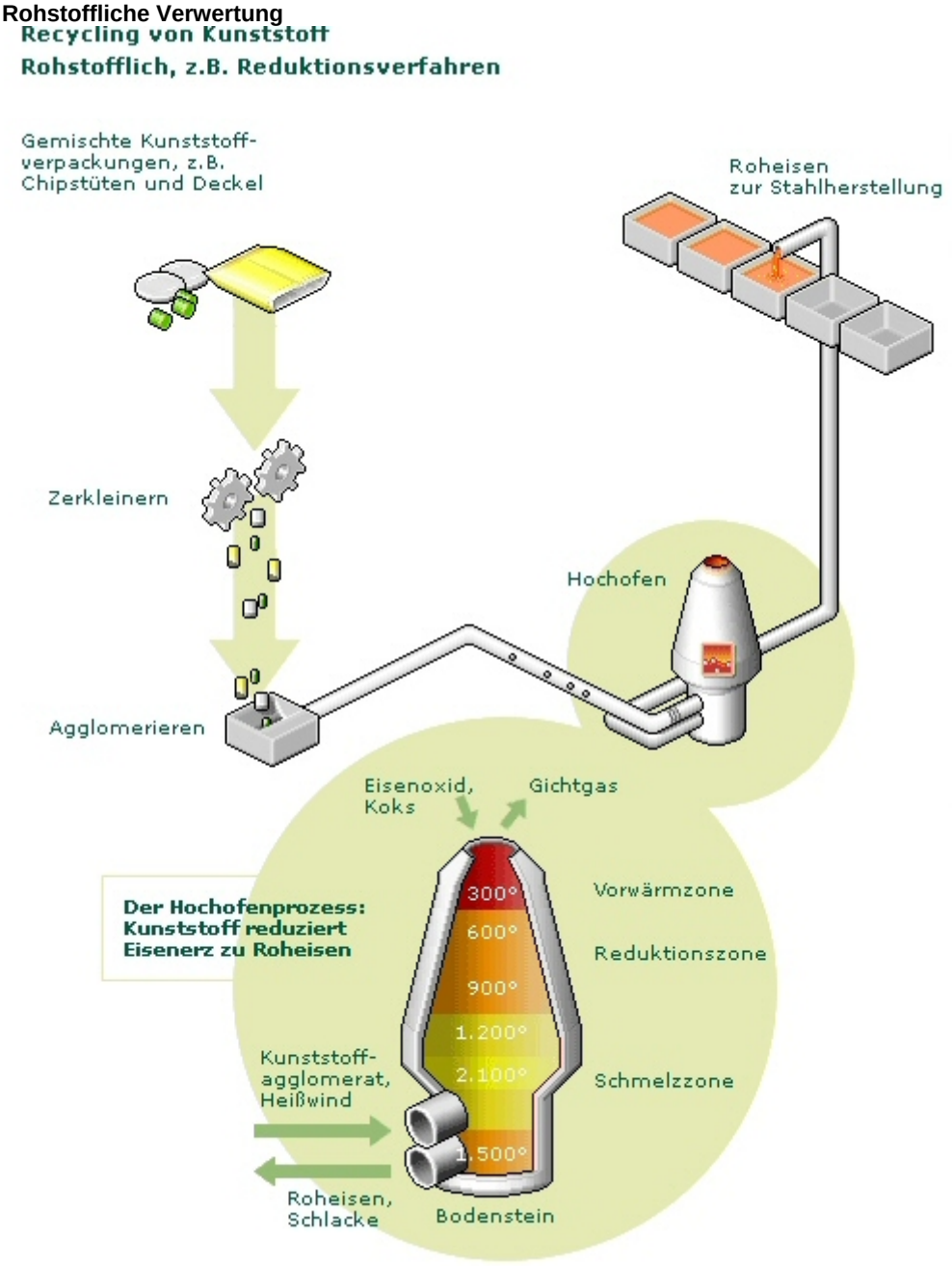


Quelle: Grüner-Punkt

Moderne Sortiertechniken erleichtern eine Trennung der verschiedenen Kunststoffarten erheblich, sodass die gesammelten Kunststoffe zunehmend auch stofflich wiederverwertet werden können.

Bei der **rohstofflichen Verwertung** werden die Kunststoffabfälle in den Stahlfertigungsprozess eingebunden. Sie werden ein Teil der Stahlerzeugung und ersetzen den ansonsten notwendigen Einsatz von Schweröl.

Bild: Rohstoffliche Verwertung



Quelle: Grüner-Punkt

Gerade in größeren Betrieben kommen häufig Kunststoffverpackungen vor, die nicht mit dem Grünen-Punkt gekennzeichnet sind. Folien werden im Privatbereich nicht in größerem Umfang eingesetzt, sondern überwiegend im Transport zwischen gewerblichen Betrieben. Hier kann auf Verwertungswege des **Interseroh-Systems** zurückgegriffen werden. Über den ortsansässigen Entsorger werden große Säcke mit einem Volumen von 1 m³ eingesetzt, deren Inhalte im Vergleich zum Gelben Sack stärker nach Typen sortiert werden. Folien, Styropor oder Kartuschen sind in jeweils eigenen Säcken getrennt zu erfassen.

Grundsätzlich ist besonderer wert auf die **Sauberkeit der Verpackungen** zu legen. Verunreinigte Verpackungen können nicht verwertet werden!

Pappe

Trotz aller Computerisierung ist das papierlose Büro bislang noch keine Realität. Aufgrund der Marketingaktivitäten von Lieferanten erhält man zudem jeden Tag Post. Aber auch die Tendenz, Halbfertig- und Fertigteile zuzukaufen, haben die Papier und Pappeabfälle deutlich erhöht. Abfallrechtlich handelt es sich um die Fraktionen:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
15 01 01	Verpackungen aus Papier und Pappe	Transportverpackungen von Anlieferungen
20 01 01	Papier und Pappe	Büropapiere, Prospekte u. ä.

Vermeidungsansätze

- Die unangeforderte Zusendung von Katalogen und Prospekten verstopft nicht nur den Briefkasten, sondern auch die Abfallbehälter. Hier kann es sinnvoll sein, **mit seinem Lieferanten Art und Umfang des zugesendeten Informationsmaterials abzustimmen**. Bei gänzlich unerwünschten Zusendungen sollte man direkt telefonisch abklären, zukünftig nicht mehr berücksichtigt werden zu wollen.
- Bei der schnellen Bearbeitung mit dem Computer werden viele Papiere umsonst oder fehlerhaft gedruckt. Es ist ein Einfaches, diese Papiere nicht gleich in den Abfallbehälter zu entsorgen, sondern soweit möglich **als Schmierpapier zu verwenden**. Für rein interne Informationen oder Testausdrucke kann das Papier gut verwendet werden.

Verwertungsmaßnahmen

- Papier und Pappe lässt sich sehr gut verwerten. Der Rohstoffmarkt hat sich in den letzten Jahren stabilisiert. Das Altpapier kann in vielerlei Form wieder in den Produktkreislauf rückgeführt werden. Insofern ist das **Interesse der Entsorger recht groß, Altpapier und Pappen kostenlos und häufig abzuholen**. Im Einzelfall kann man sich bei seinem regionalen Ansprechpartner informieren.
- Pappen von angelieferten Türen oder Ähnlichem lassen sich **für den eigenen Transportschutz verwenden**.
- Generell ist der Lieferant zur Rücknahme der Transportpappen verpflichtet. Er muss sie aber nicht abholen, sondern kann auf ein gemeinsames Rücknahmesystem wie z.B. Interseroh verweisen. Allerdings kann es für beide Seiten sinnvoll sein, dass das Lieferfahrzeug die **Transportpappe der letzten Lieferung bei der Neulieferung von Produkten wieder mitnimmt**.
- Die Mitarbeiter sollten informiert werden, dass **es wenig sinnvoll ist, Container oder Restmüllcontainer mit Papieren oder Pappen zu füllen**. Sie nehmen bei geringem Gewicht viel Platz ein und müssen teuer bezahlt werden.

Besonders für Papier und Pappe gilt, dass sie für eine Verwertung nicht verschmutzt sein dürfen. Sie sollten auch nicht durchnässt sein.

Batterien und Akkus

Batterien und Akkus unterliegen der Batterieverordnung, d.h. es gibt für die Hersteller eine generelle Rücknahmepflicht. Sie lassen sich der folgenden Abfallart zuordnen:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
16 06 02	Ni-Cd-Batterien	Batterien und Akkus aus Handmaschinen

Akkus auf der Basis von Nickel-Cadmium sind als Sonderabfall einzustufen. Sie dürfen nicht in den herkömmlichen Haus- und Gewerbeabfall landen, sondern müssen von den Lieferanten zurückgenommen werden.

Durch die Batterieverordnung wurde der Gehalt an Blei, Cadmium und Quecksilber stark reduziert bzw. verboten. Nähere rechtliche Informationen zur Batterieverordnung finden sich auf der Seite Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und produktbezogene Regelungen > Batterien.

Vermeidungsansätze

Im betrieblichen Alltag haben Akkus inzwischen eine sehr wichtige Bedeutung. Viele Handmaschinen im Bankraum und auf der Baustelle werden heute ohne Kabel betrieben.

- Die Lebensdauer eines Akkus hängt stark vom **Ladeverhalten** ab. NiCd-Akkus bekommen einen **Memory-Effekt**, wenn sie im halbvollen Zustand nachgeladen werden. Dieser Memory-Effekt vermindert das Speichervermögen erheblich und führt schnell zum Verschleiß des Akkus. Deshalb sollten Akkus möglichst nur vollständig entleert nachgeladen werden.
- Gerade im Bankraum kann durch eine **gezielte Energieversorgung** der Einsatz von wechselstrombetriebene Handmaschinen sinnvoll sein. Diese sind meist zuverlässiger und langlebiger als vergleichbare Akku-Modelle.
- Der Akku ist häufig das teuerste an der Handmaschine. Deshalb gehen viele Betriebe dazu über, **neue Handmaschinen anstatt neue Akkus** zu kaufen. Dies mag sich zwar im Einzelnen rechnen, führt aber im täglichen Betriebsalltag zu einer Wegwerfmentalität, die sich auch auf die Handhabung teurerer Maschinen auswirkt.

Bild: Ladegerät und Akku

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Verwertungsmaßnahmen

Um es für die Verbraucher nicht zu kompliziert zu machen, werden alle Batterien gemeinsam über das Rücknahmesystem des Handels erfasst. Die Batterien werden soweit wie möglich von Schadstoffen entfrachtet und einer Wiederverwertung zugeführt.

Bild: Rücknahmesystem Batterien

Aufgrund der teilweise **hohen Schadstoffgehalte** in Akkus sollten Batterien und Akkus unbedingt getrennt einer Wiederverwertung zugeführt werden und nicht im Restmüll landen!

Restmüll

Alles, was nicht durch geeignete Aufbereitung und Trennung einer Verwertung zugeführt werden kann, muss als Restmüll beseitigt werden. Diese Mischabfälle umfassen zumeist:

- Kantenreste
- verbrauchtes Schleifpapier
- ausgehärtete Lackreste
- ausgehärtete Klebe- und Leimabfälle
- Holzasche
- Kleinmengen an Bauschutt und Baustellenabfällen
- Reste an Isoliermaterial
- Kehricht

Bild: Kehricht

Diese werden gemeinsam über eine Sammelbezeichnung als Restmüll entsorgt:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle	Mischabfälle oder nichtverwertbare Abfallfraktionen

Die **Gewerbeabfallverordnung** sieht vor, dass die Kommune von jedem Betrieb eine Restmülltonne verlangen kann, die über die Entsorgungseinrichtungen des Kreises oder der Stadt entsorgt werden muss.

Bild: Restmülltonne

Vermeidungsansätze

Eine genaue Analyse des Restmülls zeigt oft, dass sich darunter eine Vielzahl von Verpackungsresten, Papierabfällen und Altstoffen aus der Produktrücknahme befinden. **Eine genaue Beschriftung des Restmüllcontainers und Information der Mitarbeiter kann dazu beitragen, dass diese Wertstoffe nicht dem allgemeinen Siedlungsabfall untergemischt werden**.

Ein gut geführter Betrieb sollte höchstens die Hälfte des Restmülls eines vergleichbar großen Privathaushaltes erzeugen.

Je größer der Restmüllcontainer, desto "schwerer" die Trennung in verwertbare Abfälle. **Große Container sind nicht nur teuer, sondern verführen zu einem großzügigen Umgang mit den Abfällen**.

Betriebsführung

Stand für den Handwerksmeister früher vor allem die technische Herstellung eines Produktes im Vordergrund, so muss er heute viel mehr als Manager tätig sein. Seine Hauptaufgabe besteht darin, Kunden anzusprechen und von der Qualität seiner Produkte zu überzeugen. Dabei spielt es eine wichtige Rolle, mit welchen Umweltauswirkungen das Produkt hergestellt wurde und mit welchen Einflüssen der Kunde in der Anwendung zu rechnen hat.

- Der **Arbeitsschutz** hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Früher wurden konkrete technische Auflagen durch die Aufsichtsbehörden kontrolliert. Heute muss der Betriebsinhaber **selbst die konkrete Gefährdung seines Betriebes nach dem Stand der Technik kontrollieren und bewerten**.
- Für die Nutzung von Maschinen müssen die Lieferanten die Voraussetzungen für eine **CE-Kennzeichnung** erfüllen. Dies ermöglicht, die Auswirkungen der verwendeten Maschinen im Bezug auf den Arbeits- und Umweltschutz besser zu planen und zu kontrollieren.
- Die **Mitarbeiter gilt es ausreichend zu informieren und zu motivieren**. Sie sind die eigentliche Quelle der Wertschöpfung im Schreinerhandwerk und müssen den Umwelt- und Arbeitsschutz konkret vor Ort leben.
- Wer seine **Umweltauswirkungen** einmal zahlenmäßig erfasst, wird schnell feststellen, dass **hier einige betriebswirtschaftliche Reserven stecken**. Es bedarf geeigneter Instrumente, um die erforderlichen Daten einfach zu erfassen und auszuwerten.

- Die hohen technischen Anforderungen an die Herstellung erfordern eine zunehmende Spezialisierung der Betriebe. Gleichzeitig will der Kunde aber nur mit einem Ansprechpartner zu tun haben. Daher sind Komplettangebote gefragt, die sich aber nur in Kooperation mit geeigneten Partnern aufstellen lassen. **Handwerk und Kooperation sind Zukunftsthemen,** denen sich der Betriebsinhaber immer wieder neu stellen muss.
- Das Ganze muss noch bezahlbar sein. Gerade für kleine und mittlere Betriebe gibt es immer wieder eine ganze Menge an **Fördermöglichkeiten** - von der Beratung über die Darlehensfinanzierung bis hin zu Zuschüssen. Wer sich regelmäßig informiert und schnell reagiert, kann für sich und seine Kunden entsprechende Projekte günstig finanzieren.

Gefährdungsbeurteilung

Das seit 1996 gültige **Arbeitssicherheitsgesetz** hat eine Wende im betrieblichen Arbeitsschutz eingeläutet, die mit der seit 2003 geltenden **Betriebssicherheitsverordnung** noch verstärkt wurde. Ging es vormals darum, konkrete technische Vorgaben der Berufsgenossenschaft umzusetzen, steht nun der **Arbeitsschutz als Führungsaufgabe** im Vordergrund.

Der Arbeitgeber ist verantwortlich für Sicherheit und Gesundheitsschutz im Betrieb. Er muss selbständig die konkreten Gefährdungen der Arbeitsmittel und Anlagen sowie der Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter und die Umwelt erfassen und beurteilen. Um einen maximalen Schutz vor Unfällen, Bränden und Explosionen zu gewährleisten hat er stets den aktuellen **Stand der Technik** zu berücksichtigen. Im konkreten Schadensfall muss er dies der Versicherung bzw. der Berufsgenossenschaft nachweisen. Bei größeren Personen- oder Sachschäden kann auch der Staatsanwalt aktiv werden. Insofern ist eine **regelmäßige Gefährdungsbeurteilung** immer auch eine **wichtige Haftungsvorsorge**.

Zur **Umsetzung der Gefährdungsbeurteilungen** stehen dem Betriebsinhaber folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Er schult einen seiner Mitarbeiter als **Sicherheitsfachkraft** (dies ist für Betriebe mit mehr als 50 Mitarbeiter zwingend erforderlich)
- Er qualifiziert sich im Rahmen der so genannten **Unternehmerschulung** der Holz-BG
- Er beauftragt ein **externes Ingenieurbüro**, die entsprechenden Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen und zu dokumentieren

Näheres zu den konkreten Anforderungen an die Qualifikation einer Sicherheitsfachkraft bzw. Inhalte der Unternehmerschulung können der Vorschrift BGV A2 "Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit" entnommen werden. Diese kann von der Internetseite der Holz-BG herunter geladen werden.

Bei einer Beschäftigtenzahl über 10 Mitarbeitern ist die Gefährdungsbeurteilung schriftlich zu dokumentieren.

Gefährdungsbereiche

Die Gefährdungsbeurteilung muss folgende **Gefahrenbereiche** berücksichtigen:

- Lärmbelastungen
- Beleuchtung
- Mechanische Gefährdungen
- Ergonomische Belastungen
- Gesundheitsgefährdung durch **Gefahrstoffe**
- Brand- und Explosionsschutz
- Organisationsrisiken

Für die Gefährdungsbeurteilung finden sich an unterschiedlichen Stellen des Portals hilfreiche Informationen:

Tabelle: Gefährdungsbereiche im Schreinerhandwerk

Bereich	Stichworte	Weitere Informationen
Organisation	• Sicherheitstechnische Betreuung • Arbeitsmedizinische Betreuung • Arbeitsunfälle • Betriebsanweisungen/Schulungen • Gefahrstoffverzeichnis • Persönliche Schutzausrüstungen	Rechtsgrundlagen/Arbeitschutz Rechtsgrundlagen/Gefahrgut und Gefahrstoffe Wichtig für alle Branchen/Gefahrstoffe
Lager	• Holzlager • Plattenlager • Magazin • Lacklager	Bauplanung/Lagerbereiche
Maschinen	• Mechanische Gefährdungen • Lärmbelastung • Transportmöglichkeiten • Werkzeuge • Absaugung • Sicherheitskennzeichnungen • Unterweisungen	Technik/Fertigung
Handmaschinen Bankraum	• Beleuchtung • Mechanische Gefährdungen • Transportmöglichkeiten • Absaugung • Unterweisungen	Technik/Handarbeitsplätze
Baustelle	• Baustellenkoordination • Leitern • Gerüste • Fahrzeuge	Technik/Baustelle
Prüfpflichtige Anlagen	• Druckbehälter • Kraftbetätigte Tore • Stapler • Feuerlöscher/Rauchschutzklappen	Bauplanung/Druckluft Bauplanung/Handling Bauplanung/Brandschutz Übersicht (pdf, 111 kB)
Oberfläche	• Absaugung • Explosionsschutz • Beleuchtung	Bauplanung/Oberfläche
Absaugung	• Absaugfilter • Rückluft/Abluft • Spänelagerung	Bauplanung/Absaugung

	• Explosionsschutz	
Büroarbeitsplätze	• Lärm • Beleuchtung • Ergonomie Bildschirmarbeitsplätze	Lärm: Recht/Immissionsschutz/Lärmschutz Schreiner/Betriebsplanung/Lärmschutz Schreiner/Betriebsführung/Gefährdungsbeurteilung/Lärmbelastung Beleuchtung: Wichtig für alle Branchen/Energie/ Einsparmöglichkeiten/Beleuchtung Schreiner/Betriebsplanung/Beleuchtung

Unter den aufgeführten Verweisen finden sich vielfältige Hinweise zu den jeweils spezifischen Gefährdungen und den Möglichkeiten, diese technisch und organisatorisch zu minimieren.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei den Beurteilungen der Gefährdungen müssen vielfältige rechtliche Rahmenbedingungen beachtet werden. Für den Schreinerbereich sind dies insbesondere:

Organisation	• Arbeitsschutzgesetz • **Baustellenverordnung** • **BGV** A1 Grundsätze der Prävention • BGV A2 Betriebsärzte und Fachärzte für Arbeitssicherheit • PSA-Benutzungsverordnung
Gefahrstoffe	• **Gefahrstoffverordnung** • **TRGS 553 Holzstaub**
Lärm	• BGV B3 Lärm
Sicherheit	• Betriebssicherheitsverordnung • **ASR** 10/1 Türen/Tore • ASR 13/1,2 Feuerlöscheinrichtungen • ASR 7/3 Künstliche Beleuchtung • BGV D8 Sicherheitskennzeichnung • BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel • BGV D25 Verarbeiten von Beschichtungsstoffen • BGV C12 Silos • BGV D6 Krane
Ergonomie	• **Lastenhandhabungsverordnung**

	• **Bildschirmarbeitsverordnung**

Vorlagen zur Gefährdungsbeurteilung

Diese Vielzahl von Vorschriften hat normalerweise kein Schreiner verfügbar. Um die relevanten Gefährdungen entsprechend den gesetzlichen Vorgaben überprüfen zu können, hat die Holz-Berufsgenossenschaft **Handreichungen in Form von Checklisten und Informationsbroschüren** erstellt:

Check für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Schreinereien	Der Check für Sicherheit ist ideal für die Beurteilung der Sicherheits- und Absaugeinrichtungen an den Maschinen und in den verschiedenen Lagerbereichen.
BGV 725 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in Schreinereien	Die BGI 725 beschreibt umfassend alle sicherheitstechnischen Anforderungen an die einzelnen Maschinen im Betrieb. Dabei werden die relevanten Gefährdungen gut erläutert, typische Lärmbelastungen benannt und konkrete Hinweise gegeben, wie die Belastungen minimiert werden können.
BGI 739 Holzstaub	Hier werden alle Anforderungen im Hinblick auf staubarme Arbeitsplätze im Betrieb erläutert. Die Mindestanforderungen an die Absaugeinrichtungen werden genau beschrieben. Im Hinblick auf den Explosionsschutz werden detaillierte Hinweise gegeben, wie die entsprechenden Gefahrenbereiche ausreichend geschützt werden können.
BGI 740 Lackierräume und Einrichtungen	Hier finden sich alle technischen Anforderungen erläutert im Zusammenhang mit dem Betrieb einer Oberflächenabsaugung und eines Lacklagers. Insbesondere die Anforderungen an den Brand- und Explosionsschutz werden umfangreich beschrieben.
Fragebogen Bildschirm	Mit Hilfe dieser 2-seitigen Checkliste kann schnell und einfach die Ergonomie von Bildschirmarbeitsplätzen beurteilt werden.

Alle aufgeführten Unterlagen können bei der Holz-Berufsgenossenschaft bezogen oder bei www.holz-bg.de herunter geladen werden.

Lastenhandhabung

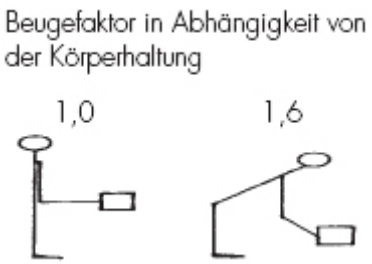
Laut Untersuchungen der Holz-Berufgenossenschaft treten durch das Heben und Tragen von Lasten in folgenden **Bereichen besondere Belastungen für die Wirbelsäule** auf:

- Fenstermontage auf den Baustellen
- Zuschnitt von Vollholz und Plattenmaterial
- Spritzlackierung von fertigen Möbelteilen
- Küchenmontage

In diesen Bereichen müssen oft erhöhte Lasten bewegt werden. **Zur Bewertung der damit einhergehenden Gefährdung wird folgende Vorgehensweise empfohlen**:

1. Ermittlung von Anzahl und Gewicht der Teile, die ein Mitarbeiter unter ungünstigen Umständen bewegen muss.
2. Multiplikation von Anzahl und Gewicht mit einem Beugefaktor in Abhängigkeit von der Körperhaltung.
3. Addition der Einzelbelastungen zu einem Belastungswert und Vergleich dessen mit dem Präventionswert von 8400.

Bild: Beugefaktor für die Bewertung des Hebens von Lasten



Quelle: Check Arbeits-/Gesundheitsschutz für Schreiner, Ausgabe 2/2002

Beispiel:

Im Oberflächenbereich werden Schrankseiten (2,00 m lang, 0,6 m breit und 19 mm dick) beschichtet. Dabei werden max. 30 Stück pro Tag in normaler Tragehaltung und 40 Stück in gebeugter Haltung in die Hordenwagen gelegt. Dies ergibt aufsummiert einen Belastungswert von 1660. Der Grenzwert für Präventionen von 8400 wird deutlich unterschritten, eine besondere Gefährdung durch Heben und Tragen von Lasten ist in diesem Arbeitsbereich nicht gegeben.

Präventionsmaßnahmen wie zusätzliche Lasthilfen sind immer erforderlich, wenn das personenbezogene Lastgewicht 50 kg überschreitet!

Im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Materialtransport finden sich vielfältige Hinweise darauf, mit welchen technischen Hilfsmitteln Belastungen bei der Lastenhandhabung vermindert werden können.

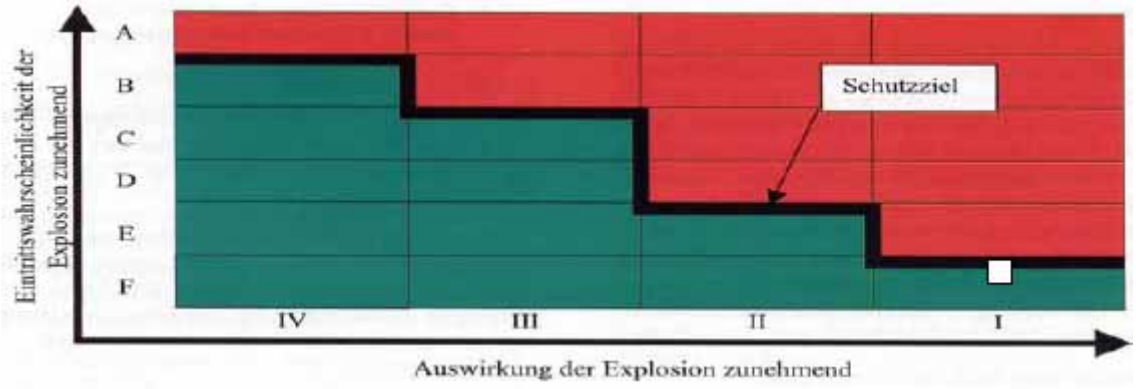
Explosionsschutzdokument

Die **Betriebssicherheitsverordnung** macht für die Bereitstellung und Benutzung von sicherheitstechnisch besonders relevanten Arbeitsmitteln konkrete Vorgaben zur Gefährdungsbeurteilung. Darunter sind insbesondere Anlagen und Arbeitsbereiche zu verstehen, die eine erhöhte **Brand- oder Explosionsgefährdung** aufweisen. Näheres zur Betriebssicherheitsverordnung kann im Bereich Rechtsgrundlagen > Betriebs- und Anlagensicherheit > Betriebssicherheit nachgelesen werden. Im Schreinerbereich sind davon insbesondere folgende Arbeitsmittel betroffen:

- Druckbehälter
- Absauganlagen/Spänelagerung
- Oberflächenbereich/Lacklagerung

Auf der Grundlage der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeit und der Abschätzung möglicher Auswirkungen einer Explosion kann ein **Risikoprofilraster** (siehe Bild) erstellt werden. Das **Schutzziel und das festzulegende tolerierbare Risiko** bzw. das erwartete Sicherheitsniveau sind durch eine Treppenlinie (schwarz, fett) dargestellt. Die nach sorgfältiger Bewertung unter bzw. links der Schutzlinie eingeordneten Risiken (grüner Bereich) liegen im Schutzziel und werden daher als tolerierbar angenommen. Die über bzw. rechts der Schutzlinie eingeordneten Risiken (roter Bereich) sind hingegen nicht tolerierbar und machen zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich.

Bild: Risikoprofilraster



Quelle: Holz-Berufsgenossenschaft, 2004

Nach einer umfangreichen Auswertung der Holz-Berufsgenossenschaft können Schreinereien wie folgt bewertet werden:

Eintrittswahrscheinlichkeit	einmal in 1000 Jahren	Klasse F
Auswirkungen	Tote, Langzeitschäden oder mehr als 10 Mio. Sachschäden	Klasse I

Im Normalfall sind neben der Einhaltung der Mindestvorschriften nach Anhang 4 der Betriebssicherheitsverordnung keine zusätzlichen technischen Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.

Druckbehälter

Der Betreiber einer Druckluftanlage muss die Gefährdung kontrollieren, die vom Betrieb des Druckbehälters ausgeht und entsprechend dem Stand der Technik die notwendigen sicherheitstechnischen Prüfungen festlegen. Dabei werden Druckbehälter anhand der Faktoren Überdruck und Behältervolumen in verschiedene **Klassen** eingeteilt.

Alle stationären Anlagen im Schreinerbereich fallen typischerweise in die Klasse IV, während kleinere Mobilanlagen in der Regel der Klasse II zugehören.

Im Normalfall kann von folgender **Regelüberprüfung** ausgegangen werden:

Druckbehälterklasse	Erstprüfung	Wiederholungsprüfung
Klasse II	Bei der Aufstellung durch einen **Sachkundigen**	nicht erforderlich
Klasse IV	Bei der Aufstellung durch einen Sachkundigen	Alle 5 Jahre Innere Prüfung Alle 10 Jahre Druckprüfung durch einen **Sachverständigen**

Für die Beurteilung sollten zudem folgende **betriebsspezifischen Faktoren** berücksichtigt werden:

- Wechselbeanspruchung mit vollen An- und Abfahrtzyklen
- Belastung durch Korrosion
- Besondere Anforderungen an die Bedienung
- Spezielle Auflagen der zuständigen Behörde

Grundsätzlich sollten Wechselbeanspruchungen des Druckbehälters vermieden werden, da sie die Materialverbindungen besonders belasten.

Zur **Dokumentation** sollten vorliegen:

1. **Betriebsanweisung**
2. Aufzeichnungen zu Wartungen und Reparaturen
3. Bescheinigungen der regelmäßigen Prüfungen

Bei Anschaffung eines Neugerätes sollte die Beurteilung gemeinsam mit dem Lieferanten abgestimmt werden und Bestandteil der Lieferung sein. Nach der Aufstellung kann die entsprechende Meldung an die Aufsichtsbehörde weitergeleitet werden.

Bei Altgeräten sollte die Beurteilung bei der nächsten Wiederholungsprüfung mit dem Sachverständigen durchgegangen und von ihm unterschieben werden.

Wie man die **Gefährdungsbeurteilung** von Druckbehältern dokumentiert, können Sie aus der Checkliste (pdf, 105 KB) entnehmen.

Weitere Informationen zum Thema Druckluft und Leckagen können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Druckluftversorgung und Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Druckluft eingesehen werden.

Absaugfilter/Spänelagerung

Explosionen können entstehen, wenn ein explosionsfähiges Staub/Luft-Gemisch sowie eine wirksame Zündquelle vorhanden ist. Zündquellen sind z.B.:

- funkenreißende Bearbeitungswerkzeuge
- Schlag- und Reibfunken von eingesaugten Metallteilen
- elektrostatische Entladungen
- heißgelaufene Maschinenteile
- Blitzschlag
- Eintrag von Glimmnestern

Die Holz-BG hat folgende **Kenngrößen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstaub** veröffentlicht (BGI 739 Holzstaub).

Bild: Kenngrößen Holzstaub

Kenngröße	Maßeinheit	Erläuterung
Schleifstaub, Holzmehl	< 200 µm	Korngröße (Median)
Brennzahl (BZ)	4/5	Glimmbrand / offener Brand
Zündtemperatur	400 °C	Niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Staub/Luftgemisches
Glimmtemperatur (GT)	300 °C	Niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Staubschicht von 5 mm Dicke
Mindestzündenergie (MZE)	100 mJ	Mindestenergie zum Entzünden eines Staub/Luftgemisches
Untere Explosionsgrenze (UEG)	30 g/m³	niedrigste Konzentration eines Stoffes in der Luft, bei der durch Zündung eine Explosion ausgelöst werden kann.
max. Explosionsüberdruck (p_{max})	10 bar	maximaler Druck, der bei der Explosion eines Staub/Luftgemisches auftritt
max. zeitlicher Druckanstieg (K_{ST}Wert)	200 bar m/s	Höchstwert für den zeitlichen Druckanstieg bei einer Explosion in einem geschlossenen Behälter
Ex-Fähigkeit	St 1	Klasseneinteilung

Quelle: Holz-Berufsgenossenschaft, BGI 739 Holzstaub, August 2002

Zur Bestimmung des Umfangs der Maßnahmen, die zur Vermeidung wirksamer Zündquellen erforderlich sind, werden die Bereiche nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens einer explosionsgefährlichen Atmosphäre in verschiedene Zonen eingeteilt:

Zone 20	Bereich, in dem **explosionsfähige Atmosphäre** in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft **ständig oder langzeitig** oder häufig vorhanden ist.
Zone 21	Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft bei Normalbetrieb **gelegentlich** auftritt.
Zone 22	Bereich, in dem bei Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann **nur kurzzeitig**.

Im Bereich der Absauganlage, Filtereinheit und Spänelagerung lassen sich typischerweise folgende Zuordnungen treffen:

Bereich	Explosionszone	Schutzmaßnahmen
Filteranlage mit einem Luftvolumenstrom von mehr als 6000 m³/h und diskontinuierlicher Abreinigung	**Zone 21**	Druckentlastungseinrichtungen nach VDI 3673
Siloeinbaufilter **Siloaufsatzfilter**	**Zone 20**	Druckentlastungseinrichtungen nach VDI 3673
Rückluftleitung zwischen Filtereinheit und Arbeitsraum	**Zone 22**	Explosionstechnische Entkopplung Rückluftleitung/Filter
Silo mit pneumatischer Befüllung	**Zone 20**	Druckentlastungseinrichtungen nach VDI 3673

Die Schutzmaßnahmen zielen darauf ab, dass

- **Elektrische und nicht elektrische Geräte** in explosionsgefährdeten Bereichen so beschaffen sind, dass sie **keine wirksamen Zündquellen** darstellen können
- Vorkehrungen getroffen wurden, um **Explosionsauswirkungen so gering wie möglich** zu halten

Genauere **technische Hinweise**, wie die Schutzmaßnahmen in den einzelnen Bereichen umgesetzt werden können, finden sich in der **BGI 739 Holzstaub** der Holz-Berufsgenossenschaft oder können auf den Seiten Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Absaugfilter und Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Spänesilo nachgelesen werden.

Neben den technischen Anforderungen an einen ausreichenden Brand- und Explosionsschutz sind auch **organisatorische Maßnahmen** im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen:

- Schriftliche Betriebsanweisungen für das Arbeiten in Silos
- Arbeitsfreigabesystem für Schweiß-, Schneid-, Löt-, Auftau-, Trenn- und Schleifarbeiten durch einen Erlaubnisschein
- Regelmäßige Kontrolle der Filterflächen und Ventilatorflügel auf Beschädigungen
- Verbot von Zündquellen, z.B. Rauchen
- Vollständige Kennzeichnung der explosionsgefährdeten Bereiche (Reinigungsbereiche).

Oberflächenbereich/Lacklagerung

Bei der Verarbeitung und Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten können explosionsfähige Gas-/Luftgemische entstehen. In Verbindung mit einer Zündquelle ergeben sich Explosionsgefahren im Oberflächen- und Lacklagerbereich. Die Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in folgende Zonen eingeteilt:

Zone 0	Bereich, in dem gefährliche **explosionsfähige Atmosphäre** als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen ständig über lange Zeiträume oder **häufig vorhanden** ist.
Zone 1	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb **gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre** als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen bilden kann.
Zone 2	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen normalerweise nicht oder aber **nur kurzzeitig auftritt**.

In welchem Umfang der jeweilige Betrieb brennbare Flüssigkeiten einsetzt, sollte sich aus dem Gefahrstoffverzeichnis ergeben. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Seite Schreiner > Betriebsführung > Gefährdungsbeurteilung > Gefahrstoffe.

Oberflächenbereich

Im Oberflächenbereich ergibt sich typischerweise folgende Gefährdungseinteilung:

Gefährdung	Bereich
Zone 1	2,5 m im Umkreis des Spritzstandes bei der Verarbeitung von **leicht entzündlichen Flüssigkeiten**
Zone 2	2,5 m im Umkreis des Spritzstandes bei der Verarbeitung von entzündlichen Flüssigkeiten
Feuergefährdung	Rest des Spritzraumes bzw. Trockenraums

Bild: Kennzeichnung von entzündlichen Flüssigkeiten

Für die **Explosionszone 1** sind im Oberflächenbereiche folgende **Anforderungen** entsprechend den Vorgaben der BGI 740 "Lackierräume" zu nennen:

- Um Aufladungen zu vermeiden, sind alle **Metallteile elektrostatisch miteinander zu verbinden**.
- Alle Elektromotoren in der Zone 1 (z.B. Ventilator), Schalter und Leuchten sind als **Betriebsmittel der Geräte II** und der Gerätekategorie 2G explosionsgeschützt auszustatten. Anlagen die vor dem 30.6.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen entsprechend der VDE-Richtlinie 0165 Exgeschützt ausgestattet sein und die **Schutzart** IP 54 aufweisen.
- **Kein Einsatz von funkenerzeugenden Werkzeugen**

Für einen **ausreichenden Brandschutz** ist erforderlich:

- Ausreichende Verfügbarkeit von **Feuerlöscheinrichtungen**
- Möglichst **kurze Fluchtwege** direkt nach draußen oder in einen anderen Brandabschnitt
- **Leuchten und Schalter** müssen die Schutzart IP 54 aufweisen
- **Fußböden, Decken und Wände** müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen (DIN 4102-A) bestehen
- Oberflächenräume müssen **feuerbeständig (F 90) von anderen Betriebsbereichen getrennt** sein.
- Sofern die Absaugung die Außenwand durchbricht sind zusätzliche **Brandschutzklappen** (DIN 4102-6) erforderlich.
- **Fluchttüren** müssen selbstschließend sein, in Fluchtrichtung aufschlagen und **feuerhemmend** ausgebildet (T 30) ausgebildet sein.

Weitere Hinweise zur Gestaltung und Planung von Oberflächenbereichen können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Oberflächenbereich > Spritzraum nachgelesen werden.

Lacklagerung

Die Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten bedarf besonderer Sicherheitsvorkehrungen. Im Hinblick auf den Explosionsschutz werden dabei folgende Bereiche unterschieden:

Gefährdung	Bereich
Zone 1	Lagerräume, in denen neben der Lagerung auch leicht entzündliche Flüssigkeiten angemischt oder umgefüllt werden.
Zone 2	rein passive Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten

Die Anforderungen an die elektrische Ausstattung der Zone 1 wurden oben beschrieben. In Lacklagern, in denen regelmäßig gemischt und umgefüllt wird, bedarf es, um einen ausreichenden Luftaustausch sicherzustellen, zudem einer technischen Lüftung.

Für die **Explosionszone 2** sind im Bereich des Lacklagers folgende Anforderungen entsprechend den Vorgaben der BGI 740 "Lackierräume" zu nennen:

- Alle **Elektromotoren** in der Zone 1 (z.B. Ventilatoren), Schalter und Leuchten sind als Betriebsmittel der Geräte II und der Gerätekategorie 3G explosionsgeschützt auszustatten. Anlagen, die vor dem 30.6.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen entsprechend der VDE-Richtlinie 0165 Exgeschützt ausgestattet sein und die Schutzart IP 54 aufweisen
- **Kein Einsatz von funkenerzeugenden Werkzeugen**

Zur **Belüftung des Raumes** reicht eine Zuluftöffnung von 40 x 40 cm im Bodenbereich aus. Damit wird ein Luftwechsel von ca. 0,4 x Raumvolumen pro Stunde sichergestellt.

Die brandschutztechnischen Vorgaben entsprechen denen für den Oberflächenbereich.

Weitere **Hinweise zur Gestaltung von Lacklagern** können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Lacklager nachgelesen werden.

Organisatorische Maßnahmen

Da im Oberflächenbereich/Lacklagerung die Mitarbeiter unmittelbar beschäftigt sind, werden weitere organisatorische Maßnahmen zu einem ausreichenden Brand- und Explosionsschutz besonders wichtig:

- **Betriebsanweisungen** über den Umgang mit den Oberflächenmaterialien
- **Regelungen über die Wartung** der Anlagen, Sicherstellen der Abreinigung von Lackstaub
- **Arbeitsfreigabesystem** für Schweiß-, Schneid-, Löt-, Auftau-, Trenn- und Schleifarbeiten durch einen Erlaubnisschein
- **Kennzeichnung** der Bereiche "explosionsgefährdeter Bereich" und "Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten"

Bild: Kennzeichnung im Oberflächenbereich/Lacklagerung

Gefahrstoffe

Während die Betriebssicherheit die Rahmenbedingungen für die Gefährdungsbeurteilung von Arbeitsmitteln beschreibt, ergeben sich aus der **Gefahrstoffverordnung** die Vorgaben für die Beurteilung von **Gefahrstoffen**.

Die Hersteller von Gefahrstoffen müssen entsprechend den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung, die Stoffe kennzeichnen und durch **Sicherheitsdatenblätter** in ihren Gefährdungen beschreiben. Die Gefährdungen können entstehen durch:

1. **Einatmen**
2. **Hautkontakt**
3. **Brand- und Explosionsgefahren**

Im Bereich Wichtig für alle Branchen > Gefahrstoffe finden sich vielfältige Hinweise zum Umgang mit Gefahrstoffen. Die rechtlichen Grundlagen sind im Bereich Rechtsgrundlagen > Gefahrstoffe und Gefahrgut > Gefahrstoffe ausführlich erläutert.

Gefährdungsbeurteilung

Jeder Arbeitgeber muss die Gefährdung durch Gefahrstoffe für seine Mitarbeiter beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen treffen. Das Schreinerhandwerk arbeitet zwar mit einer Vielzahl von Gefahrstoffen, doch sind die sich daraus ergebenden Gefährdungen überschaubar und im Rahmen der **Grundsicherung** ausreichend handhabbar. Dazu gehören folgende Schritte:

1. Anlegen eines **Gefahrstoffverzeichnisses**
2. Einholen von **Sicherheitsdatenblätter** für alle Gefahrstoffe
3. Einholen von **weiteren Informationen zur Sicherheit und über die verwendeten Gefahrstoffe**, z.B Schriften der Holz-BG
4. **Handhabung im Betrieb**
5. **Schutzmaßnahmen**

Gefahrstoffverzeichnis

Um eine Gefährdungsbeurteilung der Gefahrstoffe vornehmen zu können, muss zunächst ein Gefahrstoffverzeichnis erstellt werden. In ihm wird dokumentiert, mit welchen Gefahrstoffen wo im Betrieb gearbeitet wird. Im Schreinerhandwerk geht es um folgende Bereiche:

- Verarbeiten und Lagern von **Oberflächenmaterialien**
- **Verleimen und Verkleben**
- Belastungen durch **Holzstaub** bei der maschinellen Bearbeitung

Im Gefahrstoffverzeichnis sollten folgende Angaben gemacht werden:

- Arbeitsbereich
- **Bezeichnung** des Produkts
- **Hersteller**
- **Gefahrzeichen** (reizend, entzündlich...)
- **R-Sätze** (sind unter dem Gefahrzeichen vermerkt, z.B. "R 10 entzündlich")
- Gelagerte Menge
- Geschätzte **Verarbeitungsmenge pro Jahr**

Ein **Gefahrstoffverzeichnis kann verhältnismäßig einfach bei der jährlichen Inventur erstellt werden**. Die gelagerte Menge gibt Hinweise auf die relative Bedeutung der einzelnen Gefahrstoffe und ermöglicht die Einschätzung von Brand- und Explosionsgefahren.

Für die Erstellung eines Gefahrstoffverzeichnisses können **gleichartige Produkte eines Herstellers in der Beschreibung zusammengefasst** werden, z.B. unterscheiden sich Farblacke oder Farbbeizen nur im Farbton oder Glanzgrad, nicht aber durch ihre gefährlichen Inhaltsstoffe.

Beispiel eines Gefahrstoffverzeichnisses (doc, 39 KB)

Sicherheitsdatenblatt

Die Hersteller eines Gefahrstoffs sind dazu verpflichtet, ein Sicherheitsdatenblatt zu erstellen, aus dem alle Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Umgang mit ihrem Produkt hervorgehen. Dieses Sicherheitsdatenblatt muss beim ersten Ausliefern eines Produkts beigefügt werden. Zudem müssen Hersteller dem Verarbeiter alle relevanten Informationen zur Verfügung stellen, damit er die Gefährdungen bei der Verarbeitung des Produkts in seinem Betrieb beurteilen kann.

Hinweise zum inhaltlichen Verständnis von Sicherheitsdatenblättern finden sich auf der Seite Schreiner > Materialien > Materialeinkauf > Materialbeurteilung.

Sicherheitsinformationen der Holz-Berufsgenossenschaft

Die Holz-BG hat in ihrer Informationsschrift **"BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien"** die wesentlichen Gefährdungen beschrieben, die sich bei der Verarbeitung unterschiedlichster Oberflächenmaterialien ergeben. In den einzelnen Materialgruppen sind diese näher erläutert (Oberflächenmaterialien, Klebstoffe).

Aus der Informationsschrift **"BGI 739 Holzstaub"** werden ausführlich alle Gefährdungen im Zusammenhang mit Holzstaub erläutert. Im Detail können sie auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub nachgelesen werden.

Arbeitsplatzgrenzwerte

Für die meisten Gefahrstoffe wurden Arbeitsplatzgrenzwerte (früher MAK-Werte) definiert. Sie kennzeichnen die zulässige maximale Belastung durch einen Gefahrstoff für den Verarbeiter gemittelt über eine gesamte Arbeitsschicht.

Die Hersteller sind in ihren Sicherheitsdatenblättern daran gehalten, die in ihren Produkten enthaltenen Gefahrstoffe auszuweisen und deren jeweilige MAK-Werte zu nennen. Bei der Verarbeitung von Oberflächenmaterialien kann davon ausgegangenen werden, dass bei einer ausreichend dimensionierten Oberflächenabsaugung die MAK-Werte der einzelnen Gefahrstoffe nicht erreicht werden.

Bei der Verarbeitung von Klebstoffen ergeben sich zumeist nur kurzzeitige Belastungen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die maßgeblichen Luftgrenzwerte ebenfalls nicht erreicht werden.

Für die Beurteilung des Arbeitsplatzgrenzwertes von Holzstaub gibt es eine spezielle Branchenlösung im Rahmen der TRGS 553 Holzstaub. Dort sind die technischen Voraussetzungen für die dauerhaft sichere Einhaltung des maßgeblichen Grenzwertes von 2,0 mg Holzstaub/m³ beschrieben. Entsprechend beurteilte Arbeitsbereiche können dann als staubarm eingestuft werden.

Einsatz und Verarbeitung im Betrieb

Normalerweise werden für alle Gefahrstoffe von den Herstellern so genannte t**echnische Merkblätter** erstellt. Sie beschreiben, wie das jeweilige Produkt zu verarbeiten ist und informieren die Mitarbeiter z.B. darüber, bei welchem Druck sie den Lack verarbeiten sollen, welche Düsengröße einzusetzen ist, usw.

Es bietet sich an, **Sicherheitsdatenblätter** und **Technische Merkblätter** zuzuordnen und in einem **gemeinsamen Ordner** aufzubewahren. Das Gefahrstoffverzeichnis gibt dazu einen Überblick über alle verarbeiteten Gefahrstoffe im Betrieb. Zudem können hier die **Unterweisungen** der Mitarbeiter

ebenfalls abgelegt werden, sodass alle Elemente eines Gefahrstoffmanagements in einfacher Form verfügbar sind.

Schutzmaßnahmen

Bei der Beurteilung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung von Gefahrstoffen sollte folgende Rangfolge eingehalten werden:

1. **Ersatz eines Gefahrstoffs** durch einen weniger gefährlichen Stoff
2. Isolierung der Gefahr durch **emissionsarme Arbeitsverfahren**
3. **Absaugung** frei werdender Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle
4. **Organisatorische Maßnahmen**
5. Geeignete **persönliche Schutzausrüstung**

Ersatz eines Gefahrstoffs durch einen weniger gefährlichen Stoff (Substitution)

Die beste Schutzmaßnahme ist es, einen Gefahrstoff durch einen weniger gefährlichen Stoff zu ersetzen. Folgende Beispiele können genannt werden:

- Wasserlacke statt Lacke mit hohen Lösemittelanteilen
- Wasserlösliche Beizen statt Lösemittelbeizen
- Öle/Wachse statt Nitrolacke
- **Aromatenfreie** Oberflächenmaterialien
- Chlorfreie Abbeizer
- Einheimische Hölzer statt sensibilisierende Tropenhölzer
- Weißleim statt Furnierleim

Im Bereich Schreiner > Materialien finden sich weitere Hinweise über Substitutionsmöglichkeiten.

Isolierung der Gefahr durch emissionsarme Arbeitsverfahren

Die Kapselung von gefährlichen Arbeitsprozessen ist im Handwerk nur sehr bedingt möglich. In der industriellen Fertigung werden z.B. Lackierarbeiten in abgeschotteten Spritzautomaten durchgeführt. Als ähnliche Beispiele können für das Schreinerhandwerk genannt werden:

- Verwendung von Rollen statt Spritzen bei der Verarbeitung von Ölen
- Einsatz von geschlossenen Spülgeräten für die Reinigung von Düsen, Bechern und anderen Spritzutensilien

Absaugung frei werdender Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle

Die Absaugung von Dämpfen, Stäuben und Gasen wird im Schreinerhandwerk auf vielfältige Weise vorgenommen. Holzstäube, Lacknebel, Lackschleifstäube, Dämpfe und Gase sind an der Entstehungsstelle so abzusaugen, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte sicher eingehalten werden.

An den holzverarbeitenden Maschinen muss eine wirksame Absaugung installiert sein, um den entstehenden Staub ausreichend zu erfassen. Die technischen Voraussetzungen dafür sind in der **BGI 739 Holzstaub** ausführlich erläutert. Sie können auch im Bereich Schreiner > Technologien > Fertigung nachgelesen werden.

Für die Verarbeitung von Oberflächenmaterialien sollte immer eine Absaugung vorhanden sein. Die dafür möglichen technischen Konzepte sind auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Oberflächenbereich > Konzeptionen näher erläutert. Die **BGI 740 Lackierräume** enthält hierzu entsprechende Hinweise.

Bei der Verleimung und Verklebung handelt es sich um Prozesse, die nur kurzzeitig wirksam sind und an vielen unterschiedlichen Stellen (Werkstatt, Montage, ...) vorgenommen werden. Es ist daher nicht sinnvoll, eine spezielle raumlufttechnische Absaugung zu installieren.

Organisatorische Maßnahmen

Damit die Mitarbeiter mit den Gefahrstoffen und der eingesetzten Verarbeitungstechnik sicher umgehen können, bedarf es ausreichender organisatorischer Maßnahmen:

- Sicherstellung der **Kennzeichnung von Behältern**, in denen Gefahrstoffe enthalten sind.

  Gerade im Oberflächenbereich werden im Schreinerhandwerk häufige **kleinere Reste in lebensmittelähnlichen Gefäßen aufbewahrt**. Dies ist nicht nur für das Material ungeeignet, sondern **kann zu Fehlgebrauch führen**. Reste sollten in dafür geeigneten lichtundurchlässigen Kunststoffgefäßen gelagert werden, die mit derselben Produktangabe wie das Originalgefäß versehen sind.

- Die **Arbeitsbereiche**, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, sollten ebenfalls **ausreichend gekennzeichnet** werden. Hinweise für die Kennzeichnung von Oberflächenbereichen und Lacklagern können auf den Seiten Schreiner > Betriebsplanung Oberflächenbereich > Spritzraum und Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Lacklager nachgelesen werden.
- **Wartung und Reinigung** stellen wichtige Maßnahmen dar, um die Funktionsfähigkeit der technischen Einrichtungen sicherzustellen. Dazu gehören:
  - Kontrolle der Absaugfilter im Oberflächenbereich
  - Reinigung der Fußböden von Lackstäuben
  - Kontrolle der Filtersäcke in der Filtereinheit der Maschinenabsaugung
  - Dichtigkeit von Absaugrohren und Absaugschläuchen
  - Funktionsfähige Ventilatorflügel bei der Maschinenabsaugung
  - Aufsaugen von Staubansammlungen im Werkstattbereich

  Weitere Hinweise zur Wartung und Reinigung können in den jeweiligen Bereichen der Planung/Modernisieren und Technologien nachgelesen werden.

- Beschäftigte, die mit Gefahrstoffen umgehen, sind ausreichend über die Gefährdungen und den Einsatz von Technik und persönlicher Schutzausrüstung zu informieren. Dazu werden Betriebsanweisungen eingesetzt. Näheres zu Inhalt und Gestaltung von **Betriebsanweisungen** kann auf der Seite Schreiner > Betriebsführung > Unterweisungen nachgelesen werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Persönliche Schutzausrüstungen müssen dann eingesetzt werden, wenn technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen ausgeschöpft sind. **Der Arbeitgeber muss seinen Mitarbeitern entsprechend den jeweiligen Gefährdungen ausreichend Schutzausrüstungen zur Verfügung stellen und die Mitarbeiter sind daran gehalten, sie zu tragen.**

Beim Umgang mit Gefahrstoffen kommen folgende persönliche Schutzausrüstungen in Betracht:

- Atemschutz
- Schutzhandschuhe
- Hautschutzpflegemittel
- Augenschutz

Einzelheiten zum Einsatz persönlicher Schutzausrüstung können auf der Seite Schreiner > Materialien > Oberflächenmaterialien > Gesundheitliche Risiken nachgelesen werden.

Auf das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen ist durch entsprechende **Gebotszeichen** hinzuweisen.

Bild: Gebotszeichen für persönliche Schutzausrüstungen

Lärmbelastung

Die Belastung durch Lärm gehört zu den wichtigsten Gesundheitsrisiken für die Arbeit in einer Schreinerei. Die berufsgenossenschaftliche Vorschrift **BGV A3 Lärm** gibt vor:

- **ab einem Schalldruckpegel von 85 dB(A)** müssen den Mitarbeitern persönliche Lärmschutzmittel zur Verfügung gestellt werden
- **ab 90 dB(A)** sind die jeweiligen Lärmbereiche zu kennzeichnen und die Mitarbeiter sind verpflichtet, Lärmschutzmittel zu tragen

Durch die bauliche Situation kann die Lärmbelastung in einer Werkstatt stark beeinflusst werden. **Hinweise für eine lärmarme Gestaltung des Werkstattgebäudes können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lärmschutz > Werkstattbereich nachgelesen werden.**

Über die Belastungen durch die einzelnen Fertigungsmaschinen liegen folgende **orientierenden Messangaben** der Holz-Berufsgenossenschaft vor, die je nach Raumbedingungen vor Ort deutlich variieren können:

Tabelle: Lärmbelastungen einzelner Maschinen und Minderungsmöglichkeiten

Maschine	Schalldruckpegel	Minderungsmöglichkeiten
Abrichte	90 - 91 dB(A)	• gezahnte Tischlippen • Spiralmesser
Tischfräse	84 - 92 dB(A)	• BG-Test-Werkzeuge verwenden
Formatkreissäge	87 - 91 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter (ohne Pfeifton)

Hobelmaschine	80 - 90 dB(A)	• absorbierende Auskleidung der oberen Haube • Kunststofflamellen an der Ein- und Ausschuböffnung
Tischbandsäge	84 - 85 dB(A)	• keine besonderen Empfehlungen
Oberfräse Handkreissäge	ca. 90 dB(A)	• keine besonderen Empfehlungen
Pendelsäge Auslegersäge	89 - 94 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter • obere und untere Schutzhaube schallabsorbierend auskleiden
Vertikale Plattenaufteilsäge	77 - 88 dB(A)	• ausgekleidete Sägeaggregate • lärmarme Sägeblätter
Horizontale Plattenaufteilsäge	80 - 82 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter
Kantenschleifmaschine	82 - 84 dB(A)	• keine besonderen Empfehlungen
Langband-schleifmaschine	84 - 86 dB(A)	• keine besonderen Empfehlungen
Breitband-schleifmaschine	83 - 86 dB(A)	• schallabsorbierende Auskleidung
CNC-Maschine	85 - 90 dB(A)	• Vollkapselung • Teilkapselung
Kantenanleimmaschine	78 - 80 dB(A)	• keine besonderen Empfehlungen
Vierseiter	85 - 90 dB(A)	• Teilkapselung
Schlitz- und Zapfenmaschine	84 - 86 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter
Furniersäge	88 - 89 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter
Doppelabkürzsäge	88 - 92 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter
Doppelgehrungs-kappsäge	92 - 95 dB(A)	• lärmarme Sägeblätter
Tischoberfräse	92 - 95 dB(A)	• scharfe Werkzeuge

Kettenfräse	88 - 90 dB(A)	• keine besonderen Empfehlungen
Restholzzerkleinerer (Langsamläufer)	82 - 85 dB(A)	• Schnellläufer werden bis zu 100 dB(A) laut

Die Daten sind der berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift **BGI 725 Arbeits-/Gesundheitsschutz in Schreinereien** entnommen.

Weitere Hinweise finden sich auch im Bereich **Schreiner > Technologien > Fertigung**.

Die messtechnische Überprüfung einzelner Arbeitsplätze und Arbeitsbereiche erfordert besondere Lärmpegelmessgeräte. Solche Messungen können darauf spezialisierte Ingenieurbüros wie auch der sicherheitstechnische Dienst der Berufsgenossenschaft durchführen. Orientierende Messungen werden auch vom Landesfachverband Schreinerhandwerk übernommen.

Bild: Lärmpegelmessung

Beleuchtung

Eine ausreichende Beleuchtung verringert nicht nur die Risiken von Arbeitsunfällen und Ermüdungserscheinungen des Augenlichts, sondern trägt auch zu einer besseren Qualitätskontrolle bei. Die Arbeitsstättenrichtlinie **ASR** 7/3 Künstliche Beleuchtung macht für die einzelnen Betriebsbereiche folgende Vorgaben:

Tabelle: Vorgaben ASR 7/3 Künstliche Beleuchtung

Betriebsbereich	Beleuchtungsstärke
Lagerbereiche	100 **Lux**
Büroräume	500 Lux
Oberfläche	750 Lux
Furnieren	750 Lux
Maschinenarbeit	500 Lux
Handarbeitsplätze	500 Lux

Überall dort, wo eine Fehlerkontrolle erforderlich ist, sollten mindestens 750 Lux verfügbar sein. Dies betrifft z.B.:

- Langbandschleifmaschine
- Materialaustritt Breitbandschleifmaschine
- Kantenschleifer
- Furnierkontrolle
- Oberflächenkontrolle

Inwieweit die vorhandene Beleuchtung diesen Anforderungen gerecht wird, kann nur mit einem **geeigneten Messgerät** genau ermittelt werden.

Bild: Messgerät Luxmeter

Für eine **grobe Abschätzung** findet sich in der ASR Künstliche Beleuchtung eine Tabelle zur Beurteilung der Beleuchtungsstärke. Bei Verwendung von Leuchtstofflampen zeigt die nachstehende Aufstellung ungefähr, **wie viel Watt pro m² Grundfläche eines Raumes installiert sein müssen, um die jeweils erforderliche Beleuchtungsstärke zu erhalten**. Falls im Betrieb 3-Banden-Leuchten installiert sind, müssen die Angaben mit dem Wert 0,6 multipliziert werden.

Bild: Tabelle zur Grobabschätzung der Beleuchtungsstärke

Nennbeleucht.-Stärke in lx	Install.-Leistung in Watt/m² Grundfläche des Raumes		
	Leuchten ca. 2 m über zu beleucht. Fläche	Leuchten ca. 3 m über zu beleucht. Fläche	Leuchten ca. 4 m über zu beleucht. Fläche
1 000	50	60	64
750	38	45	48
500	25	30	32
300	15	17	19
200	10	11	6
100	5	6	4
50	3	3	

Quelle: ASR 7/3 Künstliche Beleuchtung, Ausgabe 11/1993

Weitere **Hinweise zur optimalen Beleuchtung von Betriebsräumen und Energieeinsparung** finden sich auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Beleuchtung und Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Beleuchtung.

Unterweisungen

Sicheres und gesundes Arbeiten setzt voraus, dass die Mitarbeiter über die Risiken an ihrem Arbeitsplatz informiert sind. Unzureichendes Wissen durch fehlende Unterweisung erhöht das Risiko von Arbeitsunfällen deutlich.

Neue Mitarbeiter

Vor allem neue Mitarbeiter müssen vor Aufnahme der Arbeit zunächst in den Betrieb und ihren Aufgabenbereich eingewiesen werden. Dies ist besonders wichtig bei:

- **jungen Mitarbeitern** und Auszubildenden
- **ausländischen Mitarbeitern**
- **branchenfremden Mitarbeitern**
- **Leiharbeitern**

Vor Beginn der Arbeit gilt es:

- die Vorkenntnisse und die Eignung festzustellen
- Arbeitsgänge genau festzulegen und wichtige Informationen über die Maschinen, Werkzeuge und Arbeitsschutzeinrichtungen zu geben
- die Arbeitsgänge in der Praxis vorzuführen und sich von der korrekten Umsetzung durch den neuen Mitarbeiter zu überzeugen

Die Unfallstatistik zeigt, dass **Beschäftigte, die Arbeiten an einer Maschine erst seit kurzer Zeit ausführen, häufiger verunglücken**. Die ersten Arbeitstage stellen das größte Risiko dar.

Erfahrene Fachkräfte

Auch mit langjährigen Mitarbeitern, die den Beruf gelernt und sehr vertraut im Umgang mit den Maschinen sind, ist es wichtig, das Thema **Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz regelmäßig zu thematisieren**.

- Das Bewusstsein, Risiken ausgesetzt zu sein, lässt mit der Zeit nach.
- Es können sich "schlechte" Angewohnheiten einschleichen.
- Häufig wird improvisiert und das Risiko für Arbeitsunfälle nimmt zu.
- Neue Maschinen und Anlagen sollten nicht durch "learning by doing" genutzt werden.

Mit erfahrenen Mitarbeitern sollte anders verfahren werden wie mit neuen Mitarbeitern. **Es geht nicht darum, die Mitarbeiter vor Ort zu belehren, wie sie ihre Arbeit zu machen haben. Vielmehr bedarf es eines Austauschs darüber, wie angesichts objektiver Gefahren das Thema Arbeitsschutz in der täglichen Arbeit optimal umgesetzt werden kann.**

Der **Gesetzgeber fordert, dass Unterweisungen durchzuführen sind**:

- vor Aufnahme einer Tätigkeit
- bei Veränderungen im Aufgabenbereich
- Einführung einer neuen Technologie
- mindestens einmal jährlich

Alle an der Unterweisung Beteiligten sollten durch ihre Unterschrift dokumentieren, **dass sie daran teilgenommen haben**. Dies kann relativ einfach mit dem hier zum Download (doc, 25 KB) bereitgestellten Formular erfolgen.

Für die **Durchführung von Unterweisungen** bieten sich folgende Gelegenheiten an:

Betriebsversammlungen

Hier sollten Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen angesprochen werden, die alle Mitarbeiter angehen, z.B. das Verhalten bei Unfällen oder Brandschutzmaßnahmen. **Eine praktische Vorführung durch die Feuerwehr, wie ein Brand konkret bekämpft werden kann, ist besser als ein Video oder Vortrag.**

Ordnung und Sauberkeit sind in jedem Betrieb ein Dauerthema. Hier gilt es nicht nur Regeln abzustimmen, sondern auch ihre Umsetzung durch entsprechende Zuständigkeiten zu gewährleisten.

Inbetriebnahme neuer Maschinen/Materialien

Bedienungsanleitungen erklären die Handhabung einer Maschine meist nicht anschaulich genug. Bei der Inbetriebnahme einer neuen Maschine sollten daher alle Mitarbeiter, die später damit arbeiten sollen, Gelegenheit erhalten, ihre genaue Handhabung und die notwendigen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen am Beispiel kennen zu lernen.

Häufig ist es hilfreich, eine **eigene kurze und prägnante Bedienungsanleitung** - am besten in lamellierter Form - direkt an der Maschine zu befestigen.

Besprechungen auf Meister-/Abteilungsebene

Hier gilt es die konkreten Erfahrungen über die Arbeitsunfälle des vergangenen Jahres bereichsbezogen auszuwerten. Jeder Arbeitsunfall kostet viel Geld und Zeit. Von daher lohnt es sich, die Sicherheit gemeinsam zu optimieren und das Bewusstsein für die wesentlichen Gefährdungssituationen wach zu halten.

Vorbesprechungen bei Montagearbeiten

Vor Beginn von Montagearbeiten sollten die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen unter Berücksichtigung der konkreten Verhältnisse auf der Baustelle besprochen werden. Das Unfallrisiko bei Montagearbeiten auf der Baustelle ist immer noch sehr hoch. Dies ergibt sich aus folgenden Faktoren:

- Unbekanntes Gelände
- Schwierige Transportsituation
- Improvisieren von Abläufen
- Umständliche Stromversorgung
- Arbeiten auf Leitern oder Gerüsten
- Zusammenarbeit mit anderen Gewerken

Für die Montagearbeiten sollte stets ein Verantwortlicher benannt werden, der für die Sicherheit auf der Baustelle verantwortlich ist. Er kann dann dem Auftraggeber entsprechend den Anforderungen der Baustellenverordnung als Ansprechpartner für den Arbeits- und Gesundheitsschutz benannt werden.

Ein **"Check für Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen"** kann von den Internetseiten der Holz-BG herunter geladen werden.

Gefahrenschwerpunkte

Entsprechend den Gefahrenklassen ergeben sich nach einer Auswertung der Holz-Berufsgenossenschaft folgende Gefahrenschwerpunkte im Betrieb:

I (hoch)
Sehr häufig leichtere Unfälle/ Gesundheitsschäden oder relativ oft schwere Unfälle/ Gesundheitsschäden zu erwarten.

- Abrichte
- Verladetätigkeiten über Rampen
- Staplertätigkeit
- Tischfräse (ohne Vorschub)
- Einsteigen in Silos
- Arbeiten auf Leitern

II (erheblich)
Häufig leichtere Unfälle/ Gesundheitsschäden oder relativ selten schwere Unfälle/ Gesundheitsschäden zu erwarten.

- Formatsäge
- Tischkreissäge
- Kantenschleifer
- Heben und Tragen
  - Plattenzuschnitt
  - Bretterware
  - Fenstermontage
  - Oberfläche
- Langbandschleifmaschine
- Lagern und Stapeln
- Tischbandsäge
- Gehrungskappsäge
- Handmaschinen
- Mehrblattkreissägen
- Walzen-Leimauftragsmaschine
- Furniersäge

III (gering)
Selten leichte Unfälle/Gesundheitsschäden oder nur in extremen Ausnahmefällen schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.

- Dickenhobelmaschine
- Pendelkreissäge
- Vertikale Plattenaufteilsäge
- Horizontale Plattenaufteilsäge
- Mehrfachbohrmaschinen
- Breitbandschleifmaschine
- CNC-Maschine
- Kantenanleimmaschine
- Vierseiter
- Rahmenpresse
- Furnierpressen

Insbesondere Beschäftigte, die in besonders gefährlichen Arbeitsbereichen tätig sind, müssen über die dortigen Gefahren eingehend unterwiesen und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen informiert werden.

Die **Holz-Berufsgenossenschaft stellt für viele Arbeitsbereiche Betriebsanweisungen zur Verfügung**, die, mit Bildmaterial versehen, den Einsatz von Schutzeinrichtungen verdeutlichen. Diese können von der Internetpräsenz der Holz-BG herunter geladen oder bei der Zentrale in München bestellt werden.

Zudem stehen für folgende Bereiche **Betriebsanweisungen zum Download** zur Verfügung:

- Oberflächenarbeiten (doc, 37 KB)
- Verleimen/Verkleben (doc, 33 KB)
- Holzstaubbelastung (doc, 28 KB)

CE-Kennzeichnung

Das CE-Zeichen dient der europaweiten Vereinheitlichung von Sicherheitsstandards für Maschinen. Es basiert auf den Anforderungen der EU-Maschinenrichtlinie von 1998 und wurde durch das Gerätesicherheitsgesetz in Deutschland übernommen.

Im Sinne der Richtlinie gilt als "Maschine" eine Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Vorrichtungen, von denen mindestens eine beweglich ist, sowie gegebenenfalls von Betätigungsgeräten, Steuer- und Energiekreisen usw., die für eine bestimmte Anwendung, wie die Verarbeitung, die Behandlung, die Fortbewegung und die Aufbereitung eines Werkstoffes zusammengefügt ist.

Darunter fallen auch auswechselbare Ausrüstungen zur Änderung der Funktion der Maschine, sofern es sich hierbei nicht um Ersatzteile oder Werkzeuge handelt

Die Anforderungen der Maschinenrichtlinie gelten nicht für Maschinen, deren einzige Kraftquelle die unmittelbar angewandte menschliche Arbeitskraft ist.

Alle **typischen Holzbearbeitungsmaschinen gelten als besonders gefährliche Maschinen.** Für sie ist eine EG-Baumusterprüfung erforderlich. Dabei wird geprüft, ob die Maschinen allen aktuell geltenden Sicherheitsnormen in der EU genügen.

Der Hersteller ist dafür verantwortlich, dass seine Produkte stets allen relevanten EG-Richtlinien entsprechen. Er muss daher alle EG-Neuerungen verfolgen und seine Produkte und Konformitätserklärungen gegebenenfalls aktualisieren bzw. eine neue EG-Baumusterprüfung durchführen lassen.

Mindeststandards

Über die Maschinenrichtlinie werden eine Fülle von Standards vorgegeben. Die für die Holzverarbeitung wesentlichen Aspekte sind:

- Durch die Bauart der Maschinen muss gewährleistet sein, dass **Betrieb, Rüsten und Wartung** bei bestimmungsgemäßer Verwendung **ohne Gefährdung von Personen** erfolgen.
- Bei bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Belästigung, Ermüdung und psychische Belastung (Stress) des Bedienungspersonals unter Berücksichtigung der **ergonomischen Prinzipien** auf das mögliche Mindestmaß reduziert werden.
- Das **Ingangsetzen einer Maschine** darf nur durch absichtliche Betätigung einer hierfür vorgesehenen Befehlseinrichtung möglich sein.
- Jede Maschine muss mit einer oder mehreren **Notbefehlseinrichtungen** ausgerüstet sein, durch die unmittelbar drohende oder eintretende gefährliche Situationen vermieden werden können.
- Die **beweglichen Teile der Maschine** müssen so konzipiert, gebaut und angeordnet sein, dass jedes Risiko durch Erreichen der Gefahrstelle, das zu Unfällen führen kann, ausgeschlossen wird.
- Die Maschine muss so konzipiert und gebaut sein, dass **Gefahren durch Lärmemission** auf das unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der verfügbaren Mittel zur Lärmminderung erreichbare niedrigste Niveau gesenkt werden.

- Die Maschine muss so konzipiert, gebaut und/oder ausgerüstet sein, dass **Gefahren durch Stäube vermieden** werden. Die Maschine muss so ausgerüstet sein, dass die genannten Stoffe aufgefangen und/oder abgesaugt werden können.
- Kann die Maschine unter Einsatzbedingungen verwendet werden, die Gefahren eines **Rückschlags von Holzstücken** mit sich bringen, so muss sie derart konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, dass ein Rückschlag vermieden wird oder, wenn dies nicht der Fall ist, der Rückschlag für das Bedienungspersonal und/oder die gefährdeten Personen keine Gefahren mit sich bringt.
- Die Maschine muss über **selbsttätige Bremsen** verfügen, die das Werkzeug in ausreichend kurzer Zeit zum Stillstand bringen, wenn beim Auslaufen die Gefahr eines Kontakts mit dem Werkzeug besteht.
- Auf jeder Maschine müssen deutlich lesbar und unverwischbar folgende Angaben angebracht sein (**Typenschild**):
  - Name und Anschrift des Herstellers
  - CE-Kennzeichnung
  - Bezeichnung der Serie oder des Typs
  - gegebenenfalls Seriennummer
  - Baujahr

Bild: Typenschild mit CE-Zeichen

Diese Vorgaben muss ihr Lieferant für alle seine Maschinen mit CE-Zeichen belegen. Fragen Sie ihn einfach, wenn die Umsetzung der Mindestanforderungen nicht nachvollziehbar ist.

Betriebsanleitung

Jede Maschine muss mit einer Betriebsanleitung mit den folgenden Mindestangaben versehen sein:

- die bestimmungsgemäße Verwendung
- Angaben, damit
  - die Inbetriebnahme
  - die Verwendung
  - die Handhabung
  - die Installation
  - die Montage und Demontage

- das Rüsten
- die Instandhaltung einschließlich der Wartung und die Beseitigung von Störungen im Arbeitsablauf gefahrlos durchgeführt werden können

- Einarbeitungshinweise und die wesentlichen Merkmale der Werkzeuge, die an der Maschine angebracht werden können
- Angabe des **Schallleistungspegel** der Maschine

Das Gerätesicherheitsgesetz fordert zudem vom Betreiber, dass **bei gleichen Maschinentypen diejenige bei der Beschaffung zu bevorzugen ist, die einen geringeren Schallleistungspegel aufweist**.

Handmaschinen

Die in der Hand gehaltenen bzw. von Hand geführten tragbaren Maschinen müssen den folgenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen:

- Sie müssen je nach Maschinentyp eine ausreichend große Auflagefläche und eine ausreichende Zahl von richtig dimensionierten und angeordneten Griffen besitzen, um die Stabilität der Maschine bei bestimmungsgemäßer Verwendung zu gewährleisten.

Kauf neuer Maschinen

Folgende **Vereinbarung** sollte **mit dem Lieferanten** bei der Bestellung neuer Maschinen oder Anlagen getroffen werden:

Die Maschine muss mit der CE-Kennzeichnung versehen sein. Ihr muss eine EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II Abschnitt A der EG-Maschinen-Richtlinie beigefügt sein. Ebenso muss der Maschine eine Betriebsanleitung in deutscher Sprache entsprechend den Anforderungen nach Anhang I Nr. 1.7.4 Buchstabe a bis e, g und h der EG-Maschinenrichtlinie beigefügt sein.

Weitere Zeichen

GS-Zeichen

Das GS-Zeichen ist ein freiwilliges Zeichen. Es kann sowohl für verwendungsfertige Gebrauchsgegenstände als auch für technische Arbeitsmittel vergeben werden. Mit dem GS-Zeichen ("Geprüfte Sicherheit") dürfen technische Produkte versehen werden, wenn:

- nach einer Prüfung eines Baumusters durch eine zugelassene, unabhängige Stelle diese bestätigt, dass das Produkt den sicherheitstechnischen Anforderungen entspricht und
- die Prüf- und Zertifizierungsstelle kontrolliert, dass nur dem Baumuster entsprechende Produkte in den Verkehr gebracht werden (Fertigungskontrolle).

Erfüllt ein Hersteller diese Anforderungen, wird eine GS-Prüfbescheinigung ausgestellt. Grundlage für das GS-Zeichen ist das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG).

BG-Prüfzert

Auch das BG-Prüfzert ist ein freiwilliges Zeichen der berufsgenossenschaftlichen Prüf- und Zertifizierungsstellen. Gekennzeichnet werden können verwendungsfertige Arbeitsmittel ebenso wie Teile, Anbau- und Zusatzgeräte. Gegenüber dem GS-Zeichen können damit auch Teilaspekte geprüft und gekennzeichnet werden. **Für holzverarbeitende Maschinen wird es überwiegend zur Kontrolle der ausreichenden Stauberfassung verwendet, damit die Maschine bei entsprechender Absaugung als "staubarm" eingestuft werden kann.**

Eine umfassende Baumusterprüfung durch eine Prüf- und Zertifizierungsstelle im BG-PRÜFZERT ist Voraussetzung, damit ein Produkt das BG-PRÜFZERT-Zeichen erhalten kann. Dabei wird festgestellt, ob das Produkt die Anforderungen an Sicherheit und Gesundheitsschutz einhält. Eine Produktionskontrolle ist ein wesentlicher Bestandteil des Zertifizierungsprogramms, um den Schutz des Zeichens sicherzustellen.

Ein Zertifikat mit Zuerkennung des BG-PRÜFZERT-Zeichens ist maximal fünf Jahre gültig.

H2-Prüfzeichen

Entstauber dürfen auch in Arbeitsräumen betrieben werden, wenn sie mit Prüfzeichen H2 oder H3 gekennzeichnet sind.

Beim Prüfzeichen H2 darf der Anteil der rückgeführten Luft unter Berücksichtigung des natürlichen Luftwechsels nicht höher als 50 % sein.

Bei Prüfzeichen H3 (Reststaubgehalt < 0,1 mg/m³) gibt es keine Anforderungen im Hinblick auf einen zusätzlichen Luftwechsel.

Das Prüfzeichen H2 bzw. H3 wird durch die BG-Prüfzert-Stellen vergeben und unterliegt den gleichen Anforderungen.

BG-TEST

Eine CE-Kennzeichnung gibt es für Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeuge nicht. Das BG-Test-Zeichen ist ein Prüfzeichen für Werkzeuge, die im **Handvorschub und für Arbeiten mit dem Vorschubapparat** eingesetzt werden.

Werkzeuge für den Handvorschub müssen zudem mit der **Kennung "MAN" (Manuell)** versehen sein. Für den rein mechanischen Vorschub werden die Werkzeuge mit "MEC" gekennzeichnet.

Die **Werkzeuge sind nur für den angegebenen**

Drehzahlbereich zugelassen. Die Maschine muss eine Drehzahl ermöglichen, die über der Mindest- und kleiner der maximalen Drehzahl ist.

Eine Liste aller **Maschinen, Staubsauger und Entstauber, die mit einem Prüfzeichen versehen** sind, kann von den Internetseiten der Holz-Berufsgenossenschaft herunter geladen werden.

Eigenes CE-Zeichen

Auch Schreiner können davon betroffen sein, ihre Produkte mit einem CE-Zeichen zu kennzeichnen. Dies ist denkbar beim Einbau von

- Niedervoltleuchten
- Motorbetriebenen Teilen

In diesen Fällen bestimmt das **Geräte- und Produktsicherheitsgesetz**, dass die Produkte geprüft sein müssen. Solche Sicherheitsprüfungen kann der Schreiner nicht selbst machen, er auf dazu auf die Prüfung und Dokumentation des Herstellers angewiesen, dessen Teile er verbaut.

Dabei sollte er darauf achten, dass

- die **eingebauten Teile ein CE-Zeichen** aufweisen
- eine beigefügte **Konformitätserklärung der Herstellers** den Nachweis erbringt, dass die relevanten EU-Sicherheitsrichtlinien beachtet worden sind
- dass die **Einbauanleitung des Herstellers** in den eigenen Unterlagen aufbewahrt wird.

Der Kunde ist ausreichend über die Risiken im Gebrauch des Produktes zu informieren. Er sollte die Gebrauchsanweisung des Herstellers bei Abnahme des Produktes ausgehändigt bekommen. Dabei sollte der Schreiner auf eventuelle Fehlbedienungen hinweisen, um späteren Problemen und Reklamationen vorzubeugen.

Niedervoltleuchten können z.B. sehr heiß werden. Wenn Schranktüren aufgeklappt und längere Zeit im Einwirkungsbereich einer solchen Leuchte verbleiben, sind Brandrisiken nicht auszuschließen.

Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz verpflichtet den Schreiner auch dazu, **Beschwerden über solche Produkte angemessen zu dokumentieren** und darauf zu reagieren. Er sollte dies in eigenem Interesse tun, um in einem eventuellen Rechtsstreit, beweiskräftiger zu sein.

Zukünftig ist für Außenbauteile wie Fenster und Haustüren zu erwarten, dass europaweit ein CE-Zeichen erforderlich ist, um, vergleichbar der EU-Maschinenrichtlinie, einen allgemeinen Sicherheits- und Informationsstandard für die Verbraucher zu gewährleisten.

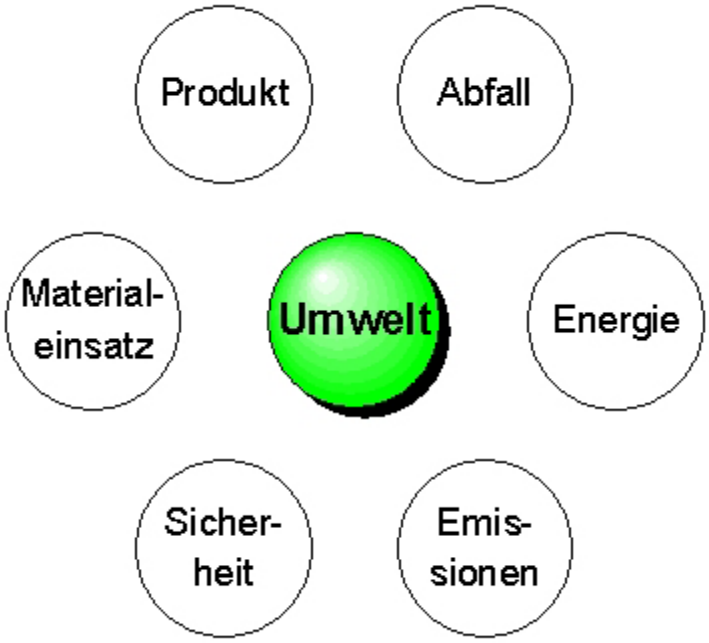
Umweltmanagement

Der Handwerker als Manager - das mag etwas hochtrabend klingen. Gemeint ist die Aufgabe, den eigenen Betrieb systematisch zu optimieren. Mit einem Umweltmanagement-System werden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- **Rechtssicherheit**
- **Effiziente Nutzung von betrieblichen Ressourcen** (Material, Energie, Maschinen...)
- Systematische **Einbindung der Mitarbeiter**
- Langlebige und **gesundheitlich unbedenkliche Produkte**

Nur wer die Einwirkungen kennt, die sein Betrieb auf die Umwelt hat, kann diese beurteilen und optimieren. Häufig geht dies auch mit geringeren Kosten einher. Insofern ist es für jeden Betrieb interessant, sich mit dem Thema zu beschäftigen und seine Umweltkosten zu optimieren.

Bild: Umwelteinwirkungen

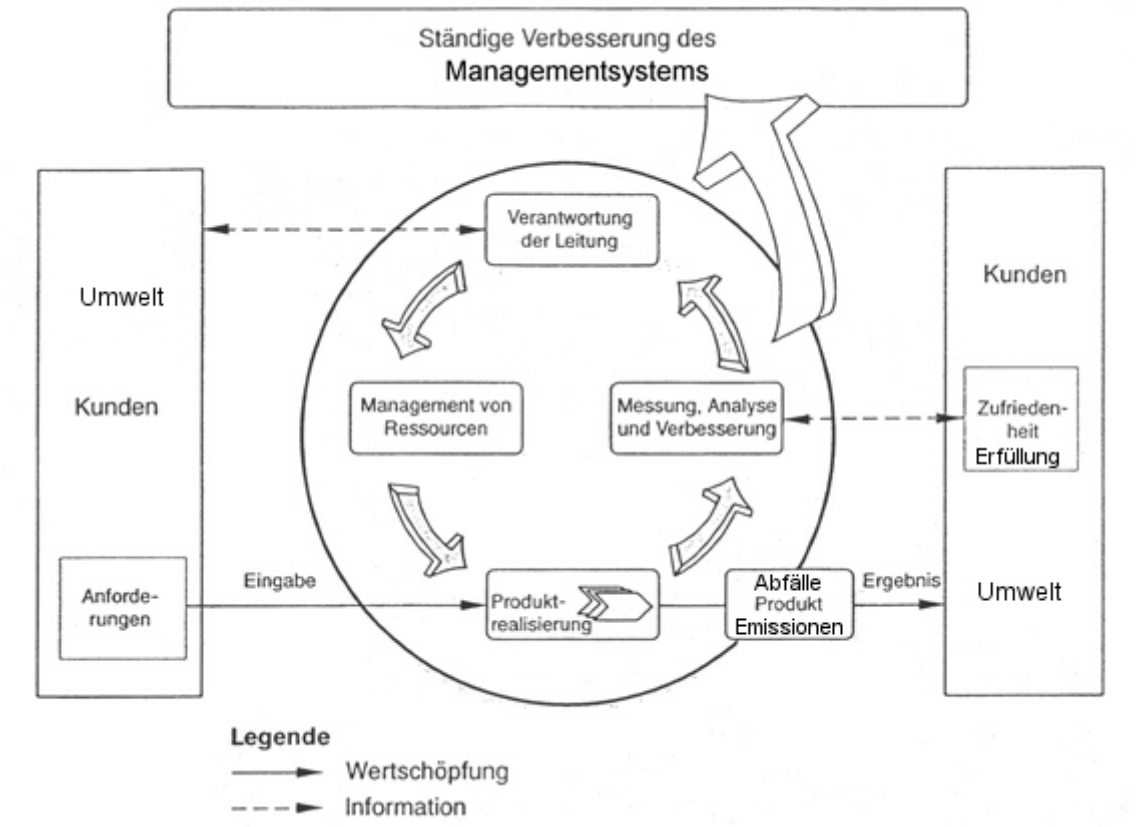


Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

Management-Regelkreis

Ein Umweltmanagement-System lebt davon, dass sich der Betriebsinhaber über seine Ziele klar ist und er seinen Betrieb wie in einem Regelkreis führt. Die folgende Grafik verdeutlicht die relevanten Faktoren:

Bild: Regelkreis Managementsystem



Quelle: In Anlehnung an die ISO 9001-2000

Es steht in der Verantwortung der Geschäftsleitung **klare Vorgaben** zu machen und entsprechende **betriebliche Ressourcen** in Form von Maschinen, Mitarbeitern und Gebäuden zur Verfügung zu stellen.

Von Seiten der Kunden kommen **konkrete Anforderungen in Bezug auf die Produktgestaltung**.

Die Gesellschaft setzt den **rechtlichen Rahmen** dafür, wie die Umwelt unter der Zielvorgabe Nachhaltigkeit genutzt werden kann. Die Umwelt muss Gelegenheit haben, sich soweit zu regenerieren, dass ihre Ressourcen langfristig erhalten bleiben.

Die **Realisierung und Umsetzung dieser Ziele** muss regelmäßig beurteilt werden, damit Stärken und Schwächen ausgewertet werden können. Daraus lassen sich Verbesserungsmaßnahmen und neue Ziele ableiten.

Weitere allgemeine Informationen zum Thema Umweltmanagement können im Bereich Wichtig für alle Branchen > Umweltmanagement nachgelesen werden.

Aufbau eines Umweltmanagement-Systems

In der Regel wird in den meisten Betrieben kein Managementsystem dokumentiert sein, das Management konzentriert sich typischerweise in der Person des Betriebsinhabers. Um in der Praxis zur Anwendung zu kommen muss sich ein Umweltmanagement-System im Schreinerhandwerk möglichst nahtlos ins Tagesgeschäft einbinden lassen.

Die wesentlichen **Bausteine eines Umweltmanagement-Systems im Schreinerhandwerk** können wie folgt beschrieben werden:

- **Rechtssicherheit**
  Welchen rechtlichen Anforderungen muss der Betrieb genügen?
- **Standort**
  Welcher Flächenbedarf hat der Betriebsstandort, welche Risiken gehen von ihm aus, wie wird der Standort genutzt, ...
- **Beschaffung**
  Welchen Qualitätsanspruch hat der Betrieb an seine Lieferanten und an die zugelieferten Produkte, wie wird dieser Anspruch sichergestellt, ...
- **Energieverbrauch**
  Wie hoch ist der Stromverbrauch, wodurch wird er beeinflusst, wie kann der Wärmebedarf optimiert werden, ...
- **Betriebs- und Anlagensicherheit**
  Welche Risiken gehen von betrieblichen Anlagen und Maschinen aus, wie werden sie überwacht, welche Vorkehrungen werden für Notfälle getroffen, ...
- **Emissionen**
  Wie viel Schadstoffe werden durch die Feuerung an die Umgebung abgegeben, wie viel Lösemittel verdunsten an die Umgebung, ...
- **Abfallwirtschaft**
  Wie kann die Erfassung und Entsorgung der anfallenden Abfälle optimiert werden, ...
- **Organisation**
  In welcher Form sind die Mitarbeiter mit eingebunden, welche Zuständigkeiten haben sie, ...
- **Umweltbilanz**
  Welche Stoffe werden im Betrieb verarbeitet, welche werden abgegeben?(Gegenüberstellung von Input-Output)
- **Umweltziele**
  Wie werden Umweltziele abgeleitet, wie werden sie bekannt gemacht, ...

Der Betrieb kann ein solches Umweltmanagement-System als Ganzes von einem Umweltgutachter beurteilen lassen. Er muss dazu eine Umwelterklärung erstellen, die ein zugelassener Gutachter **validieren** muss. Dann kann er **das Logo der Europäischen Gemeinschaft (EMAS) im Rahmen seines Marketings einsetzen**. Nähere Informationen dazu können im Bereich Rechtsgrundlagen > Umweltmanagement nachgelesen werden.

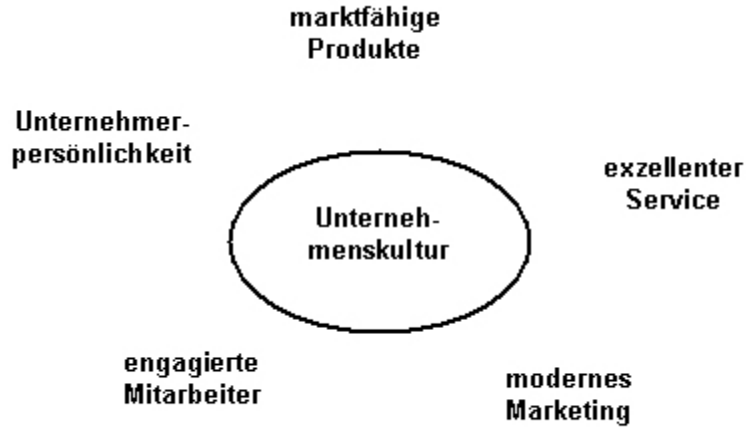
Bild: Logo nach dem EMAS-System

Man kann natürlich seinen Betrieb auch umweltfreundlich ausrichten, ohne gleich eine umfangreiche Zertifizierung vorzunehmen. **Die in diesem Bereich gegebenen Hinweise sind als Bausteine zu sehen, aus denen ein Betrieb sich die für ihn relevanten herausgreifen kann**. So kann ein Umweltmanagement-System schrittweise aufgebaut und dort eingesetzt werden, wo es besonders von Nutzen ist.

Unternehmensleitbild

Das Unternehmensleitbild beschreibt den Rahmen, in dem ein Umweltmanagement-System agiert. Es steht für die Identität des Unternehmens und versucht in Leitsätzen die Bewertungsgrundsätze zu formulieren, an denen sich das unternehmerische Handeln ausrichten soll. Das folgende Bild verdeutlicht die **Grundprinzipien einer erfolgreichen Unternehmenskultur** im Handwerk:

Bild: Erfolgsfaktoren im Handwerk



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

Um ein solches Leitbild zu entwickeln, kann man sich an folgenden Fragen orientieren:

Unternehmerische Prinzipien	• Welche Prinzipien Leitgedanken bestehen für mein Unternehmen? • Welche Bedeutung hat der Umweltgedanke für unser Handeln? • Wo liegen die speziellen Stärken unseres Unternehmens? • Wie beschreiben wir unsere Beziehungen zu unseren - Kunden - Lieferanten - anderen Geschäftspartnern?
Verhalten	• Welcher Führungsstil wird ausgeübt? • Wie wollen wir Aufgaben und Kompetenzen verteilen? • Wie werden wir uns weiter qualifizieren? • Wie motivieren wir uns?
Wettbewerb	• Wodurch unterscheiden wir uns am deutlichsten von unseren Mitbewerbern? • Wie verhalten wir uns gegenüber unseren Mitbewerbern? • Was können wir besser als die anderen?
Unser Kunde	• Welche Vorteile bieten wir unseren Kunden? • Wie behandeln und betreuen wir unsere Kunden?

Stellung in der Öffentlichkeit	• Welches Bild soll die Öffentlichkeit von unserer Firma haben? • Wie wollen wir uns in der Öffentlichkeit präsentieren?

Es kann durchaus hilfreich sein, für die Entwicklung des Unternehmensleitbilds einen **Ideenworkshop gemeinsam mit der Führungsgruppe - oder noch besser: mit allen Mitarbeitern - durchzuführen**. Die Mitarbeiter sollten mit einbezogen werden, damit sie das Unternehmensleitbild auch positiv verinnerlichen.

Die entwickelten Leitsätze dienen der Beurteilung der Leistung eines Umweltmanagement-Systems. Sie sollen so formuliert werden, dass es anhand der Ist-Situation möglich ist zu entscheiden, wo Verbesserungen und wo Verschlechterungen erfolgt sind. Von daher hat das Leitbild nicht die Funktion einer schönen Außenansicht, sondern bildet einen Rahmen, in dem sich der Betrieb bewerten kann.

Beispielhaft kann ein solches **Leitbild** wie folgt formuliert werden:

Wir wollen uns unseren Kunden als ökologisch produzierender Betrieb präsentieren!

- Wir wollen unseren Kunden nach bestem ökologischen Wissen beraten. Es gilt, Lösungen für seine Probleme und Wünsche zu finden, Aufträge schnell und fachgerecht zu bearbeiten sowie Alternativen aufzuzeigen.
- Wir wollen unserem Kunden die von uns hergestellten und gelieferten Produkte näher bringen. Dazu gehört eine umfangreiche Information zum Produkt und zur Pflege, sowie eine Rücknahmegarantie nach Ablauf der Lebenszeit für die von uns hergestellten Produkte.
- Unsere Mitarbeiter sind mit unseren Leitlinien vertraut, denn nur durch ihr Mitwirken ist ein sinnvoller Umweltschutz möglich.
- Wir verarbeiten bevorzugt Holz aus nachhaltigem Anbau, sowie schadstoffarm hergestellte Materialien. Wir arbeiten mit kompetenten Lieferanten zusammen, die uns im Hinblick auf eine Verbesserung der gesamten Ökobilanz unserer Produkte unterstützen.
- Schon bei der Arbeitsvorbereitung wird die Widerverwertbarkeit und Entsorgung der einzelnen Materialien geprüft und berücksichtigt, um eine sinnvolle Abfallwirtschaft durchführen zu können.
- Durch Schulungen und regelmäßige Informationen werden die Motivation und das Umweltbewusstsein unserer Mitarbeiter gefördert, das so auch unseren Kunden zugute kommt.
- Durch die systematische Wartung, Pflege und Erweiterung aller Maschinen, Anlagen und Materialien soll ein sparsamer Einsatz von Energie und Material erreicht werden.
- Im Hinblick auf die Veredelung von Holzoberflächen wollen wir unseren Kunden ökologische Lackmaterialien näher bringen und die Umweltbelastung durch Lösemittel verringern.
- Durch die regelmäßige Überprüfung der betrieblichen Umweltschutztätigkeiten wollen wir unsere Umweltschutzziele verfolgen und die ständige Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes gewährleisten.

Rechtssicherheit

Kein Betrieb agiert im rechtsfreien Raum. Eine Fülle von Vorschriften und Gesetzen regelt den Umgang untereinander wie auch die zulässigen Belastungen für die Umwelt. Den Überblick zu behalten ist sicherlich nicht einfach, aber die Haftungsrisiken sind enorm, wenn wesentliche rechtliche Vorschriften missachtet werden.

Ein Umweltmanagementsystem soll dem Betrieb zunächst einen Überblick über die für ihn relevanten rechtlichen Vorgaben geben. Die Kenntnis und Beachtung der gesetzlichen Vorgaben ist immer dann besonders wichtig:

- wenn es zu **Beschwerden von Seiten der Anwohner** kommt
- betriebliche **Störungen, Unfälle** und Brände stattgefunden haben

In solchen Fällen kann der Betrieb erheblich unter Druck geraten. **Das finanzielle Risiko kann nur bedingt versicherungstechnisch abgefangen werden**, da die Versicherungen meist sehr genau hinschauen, ob der Betrieb geltende rechtliche Vorgaben eingehalten hat oder nicht. Auch das **strafrechtliche Risiko ist nicht zu unterschätzen**.

Die Beachtung der rechtlichen Vorgaben minimiert das Unternehmensrisiko und kann sich auf die Prämienhöhe der Versicherungen auswirken.

Umweltrechtliche Rahmenbedingungen

Die folgende Übersicht zeigt die wesentlichen rechtlichen Vorgaben für die meisten Schreinerbetriebe. **Im Einzelnen ist immer die Beratung durch den Fachverband zu empfehlen, welche konkreten Maßnahmen zu ergreifen sind**.

Tabelle: Rechtliche Rahmenbedingungen im Schreinerhandwerk

Aspekt	Rechtsgrundlage	Umsetzung
Lage des Betriebes	• Landesbauordnung • Arbeitsstättenrichtlinien • Anlagenverordnung wassergefährdete Stoffe Baden-Württemberg • TA-Lärm	• Baugenehmigung • Einschränkungen Wasserschutzgebiet • Lärmschutzvorgaben • Lagerbedingungen Heizöl, Lacke
Gebäude	• Energieeinsparverordnung	• Mindestdämmwerte • Anforderungen Heizkessel
Anlagensicherheit	• Betriebssicherheitsverordnung	• Explosionsschutzdokument • Druckbehälterüberwachung • Prüfpflichtige Anlagen
Emissionen	• 1. Bundesimmissionsschutz-Verordnung • TA-Luft • 7. Bundesimmissionsschutz-Verordnung	• Messüberwachung Schornsteinfeger • Vorgaben Schornsteinhöhe für die Oberfläche • Filterung Holzstäube
Gefahrstoffe	• Gefahrstoffverordnung	• Gefährdungsbeurteilung
Entsorgung	• Kreislaufwirtschaftsgesetz • Nachweisverordnung • Gewerbeabfallverordnung	• Abfalltrennung • Entsorgungsnachweise • Abfallbilanz
Baustellen	• Baustellenverordnung	• Gefährdungsbeurteilung • Baustellenkoordinator
Arbeitssicherheit	• Arbeitsschutzgesetz • Lastenhandhabungsverordnung • Bildschirmverordnung • Persönliche Schutzausrüstung	• Gefährdungsbeurteilung

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften

Daneben haben die **Berufsgenossenschaften ein eigenes Regelwerk** geschaffen, um den Schutz des Arbeitnehmers vor gesundheitlichen Gefährdungen zu gewährleisten. Dazu wären insbesondere folgende Vorschriften zu nennen:

Tabelle: Übersicht über wesentliche berufsgenossenschaftliche Vorschriften

Vorschrift	Erläuterung
BGV A1 Grundsätze der Prävention	Grundlegende Schutzpflichten des Arbeitgebers und Arbeitnehmers
BGV A2 Betriebsärzte und Fachärzte für Arbeitssicherheit	Vorgaben für die sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Betreuung der Arbeitnehmer
BGV B3 Lärm	Vorgaben für die Einhaltung eines ausreichenden Lärmschutzes im Betrieb
BGV D25 Verarbeiten von Beschichtungsstoffen	Anforderungen an die Ausstattung von Lackiereinrichtungen und Lacklagern
BGR 133 Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern	Vorgaben an die Ausstattungen mit Feuerlöscheinrichtungen für einen ausreichenden Brandschutz
BGV C12 Silos	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Siloanlagen
BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	Prüfpflichten von elektrischen Anlagen und Maschinen
BGV D6 Krane	Einsatz und Prüfpflichten von Krananlagen
BGV D27 Flurförderzeuge	Einsatz und Prüfungen von Staplern

Die Berufsgenossenschaft kann mit ihrem Außendienst darüber beraten, in welchem Umfang die Vorschriften vor Ort konkret umzusetzen sind.

Ansprechpartner

Wenn Unklarheiten vorhanden oder Probleme erkennbar sind ist es oft hilfreich, die Behörde von sich aus anzusprechen. **Wer selbst auf die Aufsichtsbehörden zugeht, kann Schwierigkeiten in vielen Fällen einfacher lösen**, als wenn die Kontrollen erst im Nachhinein und bei Störfällen erfolgen.

Es lohnt sich, eine **Übersicht relevanter Behörden und Ansprechpartner** zu erstellen, um im Bedarfsfall den Kontakt einfach herstellen zu können. Eine solche Liste sollte folgende Behörden erfassen:

Tabelle: Behörden und Zuständigkeiten

Behörde	regionale Zuständigkeit
Bauplanungsamt	Kommune
Ordnungsamt	Kommune
Landratsamt	Kreis oder kreisfreie Städte Ansprechpartner für - Arbeitsschutz - Umweltschutz
Untere Wasserbehörde	Kreis oder kreisfreie Städte
Berufsgenossenschaft	Bezirksverwaltung und Prävention Stuttgart Vollmoellerstr. 11 70563 Stuttgart
Untere Abfallbehörde	Kreis oder kreisfreie Städte

Standort

Genehmigungspflicht

Die Bedingungen zur Nutzung des Standortes werden in der Baugenehmigung festgeschrieben. Sie ist die wichtigste Rechtsgrundlage des Betriebes. Die Baugenehmigung stellt einerseits einen Rechtsanspruch dar, begrenzt aber andererseits auch die möglichen Erweiterungen oder Nutzungsänderungen. **Insofern ist es wichtig, eventuelle Änderungen der Nutzung bzw. Erweiterungen des Gebäudes genehmigungsrechtlich abzustimmen.**

Sofern die aktuelle Nutzung von den Vorgaben der Baugenehmigung abweicht, geht der Betrieb im Störfall, z.B. bei einem Brand, ein erhebliches versicherungsrechtliches Risiko ein.

Hinweise zum Thema Bauplanung und Baugenehmigungen können im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Bauantrag eingesehen werden.

Einschränkungen

Entsprechend der **Gebietseinstufung** eines Betriebsstandortes können sich vielfältige Einschränkungen ergeben:

- Durch die Baugebietseinstufung werden dem Betrieb Vorgaben im Hinblick auf die **Lärmemissionen** gemacht. Dies kann insbesondere dann zum Problem werden, wenn ein Baugebiet in der Nachbarschaft eines Betriebes neu ausgewiesen oder ein Mischgebiet in ein Wohngebiet umgestuft werden soll. Nähere Informationen zum Thema Lärmschutz finden sich im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Lärmschutz.
- Wenn der Betrieb in einem **Wasserschutzgebiet** liegt, werden zusätzliche Anforderungen an die Lagerung von wassergefährdenden Stoffen gestellt. Dies betrifft z.B. die Lagerung von Heizöl oder von Oberflächenmaterialien im Lacklager.
- Die Einstufung zu einem **Landschaftsschutzgebiet** schränkt die möglichen betrieblichen Aktivitäten deutlich ein. Je nach konkreter Lage des Betriebes können sich insbesondere für die Maschinennutzung wie auch für die Nutzungsmöglichkeiten von Gebäuden besondere Auflagen ergeben.
- Auch der **Denkmalschutz** kann im Einzelfall die Nutzung betrieblicher Gebäude erschweren. Hier spielt das Erscheinungsbild ebenso eine Rolle wie die räumliche Nutzung.

In jedem Fall ist **dringend zu empfehlen, dass der Betrieb entsprechende Einschränkungen frühzeitig wahrnimmt** und sich im Bedarfsfall beim Fachverband oder der Handwerkskammer informiert, wie er seine betrieblichen Rechte wahren kann.

Altlasten

Insbesondere beim Erwerb eines Standortes gilt es, den Aspekt Altlasten ausreichend zu berücksichtigen. Es kann es sehr aufwändig und teuer sein, entsprechende Belastungen im Nachhinein zu beseitigen. Altlasten können insbesondere dort auftauchen, wo früher Ölfässer, Schmier- und Kühlstoffe gelagert wurden.

Bei den Behörden werden so genannte **Altlastenkataster** geführt. Sie sind hilfreich bei der Einschätzung, ob auf einem Grundstück mit einer solchen Belastung zu rechnen ist.

Flächennutzung

Auch der einzelne Standort kann ökologisch verbessert werden. Häufig findet eine Versiegelung der Oberfläche statt. Daraus ergeben sich zusätzliche Umweltrisiken:

- Das Regenwasser fließt schnell in die Kanalisation ab und kann nicht versickern. Die **Kanalisation wird dadurch besonders belastet.** Im Extremfall kann die Kläranlage die anfallenden Wassermengen nicht ausreichend erfassen.
- **Versiegelte Flächen bieten weder Pflanzen noch Kleintieren und Vögeln Lebensraum.** Durch die Anlage eines Teiches oder von Grünflächen wird nicht nur das gesamte Erscheinungsbild verbessert, es können auch lokal wichtige ökologische Nischen geschaffen werden.

Die positive Wirkung eines "grünen" Betriebs auf Kunden und Mitarbeiter sollte nicht unterschätzt werden. Kletterpflanzen an den Außenwänden können dazu beitragen, das oft eintönige Erscheinungsbild aufzulockern.

NACE-Code

Wenn sich der Betrieb nach der Öko-Audit-Verordnung beurteilen lassen will, muss er seinen Standort einem bestimmten Wirtschaftszweig zuordnen. Europaweit wurde dazu eine Liste aller relevanten Wirtschaftszweige erstellt. Diese Liste wird als NACE-Code bezeichnet. Für die Schreiner kommen folgende Zuordnungen in Frage:

Tabelle: Zuordnung eines NACE-Codes im Schreinerhandwerk

Bezeichnung	NACE-Code	Erläuterung
Herstellung von Ausbauelementen aus Holz	20.30	Holzfenster, Haustüren, Innentüren
Herstellung von sonstigen Kunststoffwaren	20.24	Kunststofffenster, Fassadenelemente
Herstellung von Büro- und Ladenmöbeln	36.12	Ladenbau, Messebau
Herstellung von Küchenmöbeln	36.13	-
Herstellung von sonstigen Möbeln	36.14	Innenausbau, Einbaumöbel
Bautischlerei	45.42	allgemeine Montagetätigkeiten

es kann durchaus vorkommen, dass ein Betrieb mehreren NACE-Codes zugeordnet werden muss, um seinen Standort angemessen zu beschreiben.

Materialeinsatz

Der Einsatz von Material- und Fremdleistungen hat heute bei den Schreinern einen Anteil von 40 - 45 % des Umsatzes erreicht. Knapp die Hälfte der Produktqualität wird also zugekauft. Über den Einkauf werden ganz wesentliche Umweltauswirkungen des Betriebes bestimmt. Das Handwerk lebt davon, dass es Qualitätsprodukte verkauft. Der umweltbewusste Schreiner sollte gegenüber dem Kunden folgende Aspekte herausstellen:

- **Langlebigkeit**
- **Umbau- und Reparaturfähigkeit**
- **Lebensqualität, Wohngesundheit**
- **Problemlose Verwertbarkeit**
- **Ortsnahe Servicebereitschaft**

In der Frage nach Materialien und Funktionen muss sich der Schreiner häufig an die Vorgaben seiner Kunden halten. Gleichwohl sollte **die Möglichkeit nicht unterschätzt werden, bei der Beratung des Kunden gezielt auf umweltfreundliche Lösungen hinzuweisen.**

Materialstandards

Wer ein gutes Produkt verkaufen will, muss geeignetes Material einkaufen. Im Bereich Schreiner > Materialien > Materialeinkauf wird detailliert beschrieben, in welchen Bereichen der Betrieb auf umweltfreundliche Vorprodukte zurückgreifen kann. Dabei können Umwelt- und Produktzeichen eine Hilfestellung für die Beurteilung geben. Zudem können folgende Standards für die Materialbeschaffung empfohlen werden:

- Das verarbeitete **Holz sollte aus nachweislich nachhaltiger Bewirtschaftung stammen**. Dazu zählen Hölzer aus Europa und Holzpartien mit einem anerkannten Umweltzeichen. Sofern diese nicht verfügbar sein sollten, sollte das Herkunftsland des Holzes ermittelt und dem Kunden gegenüber dokumentiert werden. Hinweise zu Umweltzeichen können unter Schreiner > Materialien > Materialeinkauf > Umweltzeichen nachgelesen werden.
- **Formaldehyd** bleibt ein **Gefahrstoff**, der insbesondere bei empfindlichen Menschen zu gesundheitlichen Störungen führen kann. Im Sinne einer langfristig hohen Produktqualität sollten deshalb nur formaldehydarme Materialien zum Einsatz kommen. Dazu zählen Holzwerkstoffe, die mit dem Umweltzeichen für "**emissionsarme Holzwerkstoffe"** gekennzeichnet sind. Über das Internet kann man sich bezüglich der Hersteller solcher Werkstoffe informieren.
- Wo der Einsatz von besonders formaldehydarmen Holzwerkstoffen nicht möglich ist, sollte man von seinem Lieferanten eine **Messbescheinigung des Plattenherstellers** zum **Formaldehyd** erfragen. Dieser sollte deutlich unter 6 mg/100 mg liegen, um den gesetzlichen Formaldehydgrenzwert in der Raumluft von 0,1 **ppm** langfristig sicher zu unterschreiten.
- **Holzschutzmittel** haben im Innenbereich nichts zu suchen. Hier ist durch eine geeignete Konstruktion ein ausreichender Holzschutz zu gewährleisten. Hinweise dazu können auf der Seite Schreiner > Materialien > Holzschutz > Konstruktiver Holzschutz nachgelesen werden.
- **PVC** sollte im Verbund mit Holz und Plattenwerkstoffen nicht eingesetzt werden, um die spätere Entsorgung der Produkte nicht zu erschweren. Es stehen im Kantenbereich ausreichend Alternativen aus ABS oder PP zur Verfügung, die weniger Entsorgungsprobleme bereiten.
- Der Einsatz von Gefahrstoffen sollte auf Produkte beschränkt werden, die maximal mit den Gefährdungen reizend, gesundheitsschädlich und brennbar gekennzeichnet sind. **Produkte mit den Kennzeichnungen**
  - giftig
  - erbgutverändernd
  - krebserzeugend
  - fruchtbarkeitsgefährdend

  sollten grundsätzlich nicht verarbeitet werden.

Bild: Kennzeichnung "Giftig"

Lieferanten

Ein guter Lieferant bestimmt sich durch mehr als nur über den Preis seiner Produkte. Um langfristig zufriedene Kunden zu haben, sind weitere **Kompetenzen** gefragt:

- **Termintreue**
- Kompetente **Beratung** für die Einsatzmöglichkeiten der Produkte
- Bereitstellung von detaillierten **Produktinformationen** zur Wohngesundheit
- Unterstützung bei der **Präsentation** der eigenen Produkte gegenüber dem Kunden durch Unterlagen, Präsentation usw.
- Rücknahme von unerwünschten **Transportverpackungen**

In den meisten Betrieben werden die Lieferanten in einer **Lieferantendatei** geführt. Man sollte dort auch die Erfahrungen mit Störungen oder Problemen dokumentieren. Eine solche Form der **Lieferantenbewertung** kann für die weitere Entwicklung guter Lieferantenbeziehungen, auf die man als Handwerker angewiesen ist, hilfreich sein.

Materialerfassung

Während die Erfassung der Lieferantenrechnungen durch die Buchhaltung detailliert erfolgt, werden die damit einhergehenden Materialmengen meistens nicht erfasst. Dabei ist es ganz interessant, zu wissen, wie viel Kubikmeter Holz oder wie viele Quadratmeter Platten in einem Jahr verarbeitet wurden. Der Materialeinsatz lässt sich dann nicht nur über den Geldwert, sondern auch über die verarbeitete Menge bewerten.

Die Lieferanten machen es einem allerdings nicht immer leicht, diese Mengenangaben aus den Rechnungen zu entnehmen. Hinzu kommt, dass Halbfertigteile wie Leisten, Türrohlinge oder Ähnliches im Hinblick auf die Materialmenge nur schwer zu vergleichen sind.

Für ein Umweltmanagement-System sollten die eingekauften Mengen der wesentlichen Materialarten erfasst werden. Es reicht aus, sich auf die für die eigene Fertigung **wesentlichen Materialgruppen** zu beschränken. Dies können sein:

- Leime/Klebstoffe (in kg)
- Oberflächenmaterialien (in kg)
- Plattenwerkstoffe (in m^2)
- Massivholz (in m^3)
- Kantenmaterial (in lfm)
- Glas (in m^2)

Diese Werte gehen in die Umweltbilanz wie auch in die Umweltkennzahlen ein. Am einfachsten können diese **Daten bei der Rechnungskontrolle erfasst** werden. Dabei kommt es nicht auf die Kommastelle an, sondern es gilt mit einer guten Schätzung realistische Werte zu ermitteln.

Beispieltabellen zur besseren Erfassung gängiger Bereiche:

- Massivholz (xls, 47 KB)
- Klebstoffe (xls, 73 KB)
- Plattenwerkstoffe (xls, 132 KB)
- Oberflächenmaterialien (xls, 48 KB)

Energie

Energie wird zunehmend teurer. Deshalb sollte jeder Betrieb seinen Energieverbrauch genau unter die Lupe nehmen und nach Einsparmöglichkeiten durchforsten. Es ist zu unterscheiden zwischen:

- Wärmeenergie
- Stromverbrauch
- Kraftstoffen

Grundlegende Informationen zum Energieverbrauch und Einsparmöglichkeiten könne im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Energiesparmöglichkeiten nachgelesen werden.

Checkliste mit wesentlichen Energieeinsparpunkten für das Schreinerhandwerk (pdf, 830 KB)

Wärmeenergie

Wärmeerzeugung

Die Wärmeenergie wird in der Regel im Betrieb selbst erzeugt. Aus Umweltgesichtspunkten ist zu unterscheiden, ob die Wärmeerzeugung mit einer Holzfeuerung oder einer Feuerung **fossiler** Brennstoffe wie Gas oder Öl erfolgt. **Jeder Liter Heizöl oder Kubikmeter Gas, der durch eine effiziente Energieerzeugung und durch verringerte Wärmeverluste eingespart werden kann, schont Umwelt und Geldbeutel.**

Holzfeuerungen können in diesem Zusammenhang günstiger bewertet werden. Nähere Informationen zum Einsatz von Holzfeuerungen und dem Vergleich mit Öl oder Gas können im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Holzfeuerung nachgelesen werden. Folgende **Empfehlungen** lassen sich ableiten:

- Wenn das **Aufkommen an Holzabfällen eine halbwegs ausreichende Versorgung sicherstellen kann, sollte der Betrieb eine Holzfeuerung installieren**. Zu ihrem Erwerb können attraktive Förderungen in Anspruch genommen werden
- Im Öl oder Gasbereich haben sich **Brennwertkessel** durchgesetzt. Sie nutzen den Brennstoff um bis zu 15 % besser als ältere Anlagen. Bei entsprechendem Verbrauch lohnt sich der Umstieg auf diese Technik.
- **Solarthermische Anlagen** in Form von Sonnenkollektoren auf dem Dach können im Werkstatbereich zumeist nicht sinnvoll genutzt werden, da der Wasserverbrauch durch die Fertigung verhältnismäßig gering ist. Sonnenkollektoren sind für die Erzeugung von Warmwasser im Schreinerbetrieb also ungeeignet.

Wärmeverbrauch

Der Verbrauch an Wärmeenergie wird im Wesentlichen beeinflusst durch die

1. **Wärmedämmwerte** der Außenbauteile des Gebäudes
2. Art und Umfang der **Lüftung**

Gut gedämmte Gebäude weisen eine gleichmäßigere Temperatur im Raum auf. Gerade in der Oberflächenbearbeitung ist dies für eine ausreichende Oberflächenqualität von besonderer Bedeutung. Die Dämmung von Außenmauern und der Einbau von geeigneten Fenstern dürfte dem Schreiner nicht schwer fallen. **Wenn er selbst bei seinen Kunden für Investitionen im Wärmebereich wirbt, z.B. für neue Fenster, sollte er mit seinem eigenem Gebäude Vorbildcharakter haben.**

Insbesondere **Decken und Dachflächen erzeugen bei unzureichender Wärmedämmung hohe Verluste.** Hier kann verhältnismäßig schnell und Kosten sparend eine wirksame Verringerung des Wärmeverlusts erreicht werden.

Für die **Optimierung der Wärmeverluste durch Lüftung** lassen sich folgende Hinweise geben:

- **Schnellschließende Tore** verhindern hohe Wärmeverluste im Winter, sowohl nach außen als auch zwischen einzelnen Werkstattbereichen.
- Bei regelmäßiger Maschinennutzung sollte die **abgesaugte Luft nach entsprechender Filterreinigung wieder in die Werkstatträume zurückgeführt** werden. Dadurch lassen sich die Lüftungswärmeverluste deutlich reduzieren Zudem werden Zugerscheinungen vermieden, die insbesondere bei dichten Neubaugebäuden entstehen, wenn größere Luftmengen aus dem Werkstattraum abgesaugt werden.
- Der **Oberflächenbereich** ist ein wesentlicher Wärmeverbraucher. Eine gute Absaugung ist wichtig für die Oberflächenqualität wie auch für die Einhaltung der **Arbeitsplatzgrenzwerte** der Mitarbeiter. Durch besondere **Steuerungen kann der Luftbedarf gezielt optimiert** werden, z.B. durch ein Absenken der Drehzahl des Ventilators, wenn der Mitarbeiter seine Spritzpistole aus der Hand in eine spezielle Halterung ablegt. Ebenso kann die Lüftung, wenn diese nur zum Trocknen benötigt wird, bei Abwesenheit von Mitarbeitern auf Umluft gestellt werden.

Stromverbrauch

Strombezug

Strom ist nicht gleich Strom - die einzelnen Anbieter erzeugen ihren Strom mit unterschiedlicher Umweltrelevanz. **Strom aus regenerativen Quellen weist eine günstigere Umweltbilanz auf**. Deshalb sollte man bei seinem Stromanbieter konkret nach umweltfreundlich hergestelltem Strom fragen. Es gibt zudem eine Vielzahl von Umweltzeichen auf dem Strommarkt, die dies kennzeichnen.

Der Strommarkt ist von wenigen Großanbietern geprägt. Als einzelner kleiner Betrieb hat man wenig Chancen, günstige Konditionen eingeräumt zu bekommen. Viele **Innungen haben deshalb gemeinschaftliche Verträge mit Stromversorgern für ihre Mitglieder ausgehandelt**. Bei anziehenden Preisen sollte man die Angebote aber regelmäßig vergleichen. Deshalb sollten **keine Verträge mit einer Laufzeit von mehr als zwei Jahren** eingegangen werden, da man sich ansonsten die Möglichkeit verbaut, auf günstigere Anbieter wechseln zu können.

Im Gegensatz zur Wärmeerzeugung bieten sich bei größeren Werkstattdächern **Photovoltaikanlagen** zur Stromerzeugung an. Die hohen Einspeisevergütungen sichern eine ausreichende Amortisationszeit und tragen zum positiven Gesamtimage eines umweltbewussten Betriebes bei.

Druckluft

Druckluft ist ein großer Stromverbraucher, der im Hintergrund arbeitet. Auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung >Druckluftversorgung wird eine Vielzahl von Empfehlungen gegeben, wie man Verluste verringern kann. Als wesentlich kann herausgestellt werden:

- Die **regelmäßige Kontrolle der Leitungen** und Anschlussstücke auf Leckagen verringert die Leckverluste erheblich.
- Druckluft sollte nur dort zum Einsatz kommen, wo sie unbedingt nötig ist. Der **Betriebsdruck sollte so weit wie möglich abgesenkt** werden.
- Der Kompressor sollte lärmgeschützt aufgestellt werden und seine **Luft von außen ansaugen** können. Warme Luft aus der Werkstatt verringert den Wirkungsgrad erheblich. Zudem lässt sich bei größeren Kompressoren die **Abluft gut zur Beheizung verwenden**.

Beleuchtung

Die Beleuchtung wird ähnlich der Druckluft kaum als Energieverbraucher wahrgenommen, obwohl hier wesentliche Optimierungspotenziale liegen. Durch die langen Laufzeiten ergeben sich auch bei vergleichsweise kleinen Leistungen hohe Stromabnahmemengen. Von daher können hier folgende Empfehlungen gegeben werden:

- **Wer in seinem Gebäude Tageslicht einplant, braucht es nicht künstlich zu erzeugen.** Hierfür können auch Lichtleitsysteme verwendet werden, die insbesondere in Verwaltungsgebäuden zu einer besseren Ausleuchtung mit Tageslicht beitragen.
- Was ein wenig **Farbe** ausmacht, kann man gerade in älteren Werkstatträumen feststellen. Im Laufe der Zeit vergrauen die Wände und verschlechtern die Beleuchtungsbedingungen. Eine regelmäßige Auffrischung der Wandfarben tut nicht nur den Augen gut.
- Häufig ist die Beleuchtung insbesondere für Kontrollaufgaben in den Werkstätten nicht ausreichend. Hier bedarf es gezielter Beleuchtung von wenigstens 700 **Lux**. **Moderne Energiesparlampen** erzeugen nicht nur deutlich besseres Licht, sondern führen auch zu **Einsparungen bis zu 70 %.** Bei einer entsprechenden Anzahl ist deshalb ein Austausch von alten Leuchtkörpern häufig schon nach wenigen Jahren amortisiert.

Maschinen

Die benötigte Leistungsstärke einer Maschine hängt von ihrer Bearbeitungsaufgabe ab. Die Versuchung, zunächst immer den "Porsche" zu kaufen, wenn man eigentlich mit dem "Fiat" auskommen würde, ist groß. Da der Energieverbrauch gerade bei komplexeren Maschinen wie CNC-Bearbeitungszentren sehr unterschiedlich sein kann, sind diese **laufenden Betriebskosten nicht zu unterschätzen und sollten bereits bei der Beschaffung mit in die Überlegung einbezogen werden**.

Ähnlich wie beim Kühlschrank werden die Maschinen mit **Motoren unterschiedlicher Effizienzklassen** ausgestattet. Nur die Effizienzklasse 1 sichert eine optimale Stromverwertung und sollte bei der Beschaffung der Maschinen nachgefragt werden.

Vielfach lässt man Maschinen wie Kreissägen, Kantenschleifer etc. laufen, auch wenn sie eine Weile nicht benötigt werden. Abgesehen davon, dass laufende und unbetreute Maschine eine erhebliche Gefahrenquelle darstellen, ist es aus **energetischen Gründen fast immer sinnvoller, die Maschine abzustellen und erst dann wieder anzuschalten, wenn man sie wirklich wieder benötigt.**

Die **regelmäßige Wartung der Maschinenwerkzeuge** trägt nicht nur zu einer besseren Oberflächenqualität bei, sondern reduziert auch den Stromverbrauch. Stumpfe Werkzeuge brauchen mehr Kraft.

Die Maschinenabsaugung für größere Betriebe kann erheblich optimiert werden. Der Energieverbrauch kann durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

- **Drehzahlgesteuerte Ventilatoren** werden entsprechend der aktuell benötigten Lastabnahme gesteuert und müssen nicht immer auf Vollgas laufen.
- Gezielte **Transportventilatoren** ermöglichen eine Absenkung der Mindestluftgeschwindigkeiten in den Transportrohren. Dies kann je nach Laufzeiten der einzelnen Maschinen zu erheblichen Einsparungen führen.

Kraftstoffe

Ein erheblicher Teil der Arbeit eines Betriebs findet heute auf Baustellen statt. Service und Montage haben deutlich an Bedeutung zugenommen - und damit auch Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch.

Angesichts der steigenden Kraftstoffpreise sollte man über die **Anschaffung von Fahrzeugen** nachdenken, die **mit Biodiesel** auskommen. Die verbesserte Raffinerietechnik ermöglicht eine ausreichende Qualität. Da Biodiesel noch langfristig von der Mineralölsteuer befreit ist, ergeben sich finanziell einige Vorteile, die sich bei hohen Laufleistungen der Fahrzeuge schnell amortisieren. Kraftstoffe aus Biodiesel weisen zudem eine wesentlich **geringere Kohlendioxidbelastung** der Luft auf, da sie aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

Natürlich trägt auch die **Fahrweise** nicht unerheblich zum Kraftstoffverbrauch bei. Hier kann es sinnvoll sein, die Belegschaft an einem gemeinsamen Fahrlehrgang teilnehmen zu lassen.

Bei größeren Firmen ist ein gutes **Fahrzeugmanagement** wichtig, um den Einsatz zu optimieren. Hinweise dazu können im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Transport nachgelesen werden.

Während der Stromverbrauch und der Bezug von Heizöl oder Gas recht gut durch die Jahresrechnungen dokumentiert werden kann, wird der Kraftstoffverbrauch zumeist nicht erfasst. Wenn man ein Konto bei einer Partnertankstelle führt, sollte es relativ einfach möglich sein, die erforderlichen Verbrauchsdaten zu bekommen. Andernfalls kann man bei der **Kontrolle der Benzinrechnungen** die tatsächlich getankten Kraftstoffmengen erfassen. Solche Daten erleichtern die Analyse der Fahrzeugflotte.

Betriebs- und Anlagensicherheit

Die Gefährdung durch Unfälle, Störungen und Brände betrifft nicht nur die Arbeitssicherheit der Mitarbeiter, sondern wirken sich natürlich auch auf die direkte Umgebung aus. Folgende Gefahren bestehen:

- Staubexplosionen in einem Silo
- Gasexplosion von organischen Lösemitteln
- Allgemeine Brandgefahr im Umgang mit Holz
- Belastung des Grundwassers durch **wassergefährdende Stoffe**
- Druckexplosion des Druckbehälters

Alle dafür erforderlichen Schutzmaßnahmen werden im Rahmen der **Gefährdungsbeurteilung** im Arbeitsschutz kontrolliert. Dies verdeutlicht die **enge Verknüpfung von Umwelt- und Arbeitsschutzmanagement**.

Es kann hilfreich sein, die **verschiedenen überwachungspflichtigen Anlagen in einem Anlagenkataster zusammenzustellen**, um den Überblick über die erforderlichen Regelprüfungen durch **Sachkundige** bzw. **Sachverständige** zu behalten.

Vorlage für ein Anlagenkataster (doc, 34 KB)

Das Tagesgeschäft drängt häufig die allgemeinen Betriebsrisiken in den Hintergrund. **Gleichwohl ist es für jeden Betriebsinhaber wichtig, seine Risiken zu kennen und im angemessenen Umfang technische und organisatorische Vorsorge zu treffen.**

Für den Fall, dass die vorbeugenden Sicherheitsmaßnahmen im Einzelfall nicht ausreichen sollten, sind je nach Betriebsausstattungen verschiedene Notfall-Szenarien denkbar.

Wassergefährdenden Flüssigkeiten

Wassergefährdende Flüssigkeiten werden in verschiedenen Betriebsbereichen eingesetzt. Daraus können sich folgende **Risiken** ergeben:

- Das Auslaufen eines großen Lackgebindes in die Kanalisation.
- Leckagen im Benzin- oder Öltank von betrieblichen Fahrzeugen ins Erdreich.
- Undichtigkeiten im Heizöltank.

Bei entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen kann das Unfallrisiko weitgehend minimiert werden. Es ist aber erforderlich, die jeweiligen **Anlagen und Fahrzeuge regelmäßig zu kontrollieren. Deshalb sollten die Zuständigkeiten für diese Kontrollen eindeutig geklärt und auch umgesetzt werden**. **Dies sollte auch in den erforderlichen Betriebsanweisungen für alle direkt angegeben werden!**

Brand- und Explosionsgefahren

In holzverarbeitenden Betrieben sind an verschiedenen Stellen besondere Brand- und Explosionsgefahren nicht auszuschließen:

- **Silo**
  Im Silo werden Holzstäube und -späne gelagert, die sich leicht entzünden können. Das entsprechende Risikopotenzial entspricht der maximalen Füllmenge im Silo.
- **Lacklager**
  Im Lacklager werden brennbare Flüssigkeiten gelagert, die häufig schon bei Raumtemperatur entzündet werden können. Das Risiko wird zum einen durch die gelagerte Menge und zum anderen durch die Möglichkeit des geregelten Luftaustauschs beeinflusst.
- Allgemeiner Brand im Fertigungs- und Lagerbereich
  In vielen Betrieben lagern im Fertigungsbereich erhebliche Mengen an Plattenmaterialien und Holzresten. Diese Brandlast erreicht in mittelgroßen Betrieben schnell 50 m³, was wesentlich zur Brandgefährdung beiträgt.

Vorbeugend sollten deshalb folgende **Maßnahmen** regelmäßig vorgenommen werden.

- Die Werkstattbereiche sind entsprechend den Vorgaben des zuständigen Brandschutzmeisters mit **Löscheinrichtungen** auszustatten. Hinweise dazu können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Brandschutz nachgelesen werden. Nur eine ausreichende Ausstattung, die regelmäßig geprüft wird, sichert im Brandfall auch den ausreichenden Versicherungsschutz.
- Die **Fluchtwege und Fluchttüren** müssen gekennzeichnet und stets zugänglich sein.
- **Je weniger in Ecken und an Wänden zwischengelagert wird, desto geringer ist die Brandlast**. In gut aufgeräumten Werkstätten lässt sich nicht nur besser arbeiten, auch das Brandrisiko ist deutlich geringer.
- Ähnlich wie bei der Ersten Hilfe sind viele Mitarbeiter unsicher, wie sie sich im konkreten Einsatzfall verhalten sollen. Es bietet sich an, **Brandschutzübungen** in Kooperation mit der Feuerwehr abzuhalten, um die Mitarbeiter im Umgang mit Brandherden zu schulen.

Unfall- und Alarmplan

Die Mitarbeiter müssen im Alarmfall schnell und unkompliziert Hilfe herbeirufen können. Deshalb sollte in unmittelbarer Nähe des Telefons ein Unfall- und Alarmplan ausgehängt werden. Er muss kurz und prägnant verdeutlichen, was der Mitarbeiter im Unglücksfall zu tun hat und an wen er sich wenden kann.

Beispiel für die Gestaltung eines Alarmplans (doc, 27 KB)

Emissionen

Neben Produkten und Abfällen produziert jeder Betrieb auch Emissionen. Sie wirken sich vor allem im direkten Umfeld des Betriebes aus. Relevante Emissionen im Schreinerhandwerk sind:

- Lärm
- Organische Lösemittel
- Lackstaub
- Holzstaub
- Abgase der Feuerungsanlage

Lärm

Schreinerbetriebe arbeiten mit relativ lärmintensiven Maschinen. Die Betriebe müssen sich an den Vorgaben der Gebietseinstufung orientieren, die für ihren Standort gilt. Die dort festgelegten **Immissionsgrenzwerte** geben den Rahmen vor, in dem sich der Betrieb bewegen darf. Näheres zum Thema Standortvorgaben kann im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Lärmschutz eingesehen werden.

Die **technische Entwicklung der Standardmaschinen hat in vielen Fällen zu einer deutlichen Reduzierung der Lärmbelastung geführt**. Hinzu kommt, dass der gesamte Verkehrslärm im Umfeld der Betriebe stark zugenommen hat und die Bedeutung des Schreinerbetriebes für die Lärmbelastung relativiert.

Gleichwohl ist es sinnvoll, die Belastung so weit wie möglich zu minimieren. Die meisten Schreiner arbeiten im regionalen Umfeld und sind insofern auch auf gute nachbarschaftliche Beziehungen angewiesen.

Als besondere **Schwerpunkte für eine Verbesserung des Lärmschutzes** können genannt werden:

- **Ventilatoren und Filtereinheiten**, die außerhalb der Werkstatt aufgestellt sind, sollten schalltechnisch isoliert werden.
- Einfach-verglaste Fenster durch **Isolierglasfenster** austauschen
- **Innere Dach- und Wandverkleidung** mit schallabsorbierenden Materialien auskleiden, um die Schallreflexion zu reduzieren

Organische Lösemittel

Organische Lösemittel erhöhen nicht nur die Brandgefahr im Betrieb, sondern werden in Folge ihres markanten Geruchs auch als störend empfunden. Für einfache Spritzanlagen gibt es keinen besonderen Grenzwert im Hinblick auf die Emission von organischen Lösemitteln. Sofern es im Einzelfall zu Belästigungen kommt, bieten sich meist nur folgende Möglichkeiten:

- **Verlängerung des Schornsteins** aus der Oberflächenabsaugung möglichst 3 m über das Fenster des nächststehenden Nachbargebäudes
- Verstärkte **Ventilatorleistung** im Schornstein

- Einbau von speziellen **Aktiv-Kohlefiltern**.

Alle diese Maßnahmen sind relativ aufwändig. Von daher bietet es sich an, **so viel wie möglich auf lösemittelarme Oberflächenalternativen auszuweichen**. Dies kann der verstärke Einsatz von Ölen, Wachsen und Wasserlacken sein. Hinweise zur Umsetzung finden sich im Bereich Schreiner > Materialien > Oberflächenmaterialien.

Um die Menge der abgegebenen Lösemittel zu ermitteln, benötigt man den Verbrauch und den Lösemittelanteil des jeweiligen Oberflächenmaterials.

Tabelle zur Erfassung von Oberflächenmaterialien (xls, 48 KB)

Im Falle von **Nachbarschaftsbeschwerden kann es hilfreich sein, wenn man den tatsächlichen Verbrauch der verarbeiteten Oberflächenmaterialien und den daraus abgeleiteten Lösemittelemissionen belegen kann**. Dies erleichtert die Argumentation im Streitfall erheblich.

Lackstaub

Der Lackstaub wird mit Hilfe von Filtermaterialien aus der Oberflächenabsaugung herausgefiltert. Der Gesetzgeber schreibt in der TA-Luft für einfache Handspritzanlagen vor, dass die Filter maximal 3 mg Lackstaub/m³ Luft an die Umgebung abgeben dürfen.

Wasserberieselte Anlagen können diesen Grenzwert sicher und gleichmäßig einhalten. **Trockenabsaugungen** hingegen müssen regelmäßig gewartet werden.

Die **Filtermatten verbrauchen sich und müssen regelmäßig abgereinigt bzw. ausgetauscht werden**, damit sie ihre Filterfunktion ausreichend erfüllen.

Abgase auf der Feuerungsanlage

Für die im Schreinerhandwerk eingesetzten Feuerungsanlagen ist der Bezirksschornsteinfegermeister der zuständige Ansprechpartner für die Überwachung und Kontrolle. Die Vorgaben dafür finden sich in der **1. Bundesimmissionsschutzverordnung.**

Für **Holzfeuerungsanlagen** gelten folgende Vorgaben

- max. **Staubgehalt** 0,15 g/m³
- max. **Kohlenmonoxidanteil** abhängig von Brennstoff und Anlagengröße

Nähere Informationen dazu können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Holzfeuerung > Überwachungspflichten eingesehen werden.

Für **Öl- und Gasfeuerungen** wird als Kontrollwert der Abgasverlust herangezogen. Die Grenzwerte dafür betragen:

Tabelle: Übersicht der Grenzwerte für den max. Abgasverlust von Öl- und Gasfeuerungen

Nennwärmeleistung	Grenzwert Abgasverlust
4 - 25 kW	11 %
25 - 50 kW	10 %
über 50 kW	9 %

Moderne Holzfeuerungsanlagen brauchen den Vergleich mit Öl- oder Gasfeuerungen nicht zu scheuen. Die automatische Beschickung in Verbindung mit einer lastabhängigen Luftsteuerung gewährleistet minimale Schadstoffemissionen.

Bei Öl- oder Gasfeuerungen haben sich Brennwerttechniken etabliert, die für eine verbesserte Brennstoffverwertung sorgen. Aber auch wenn sie im Einzelnen geringere Schadstoffkonzentrationen aufweisen als Holzfeuerungen, belasten sie mit ihrem Ausstoß an Kohlendioxid aus **fossilen** Brennstoffen das Klima.

Die **Schadstoffe aus Feuerungsanlagen werden natürlich am besten durch eine Verringerung des Wärmeverbrauchs minimiert**. Verbesserte Dämmungen bzw. optimierte Lüftungsregelungen senken nicht nur den Energiebedarf, sondern vermeiden auch Schadstoffe aus der Feuerung.

Holzstaub

Holzstaub ist ein für die Umwelt vergleichsweise ungefährlicher Schadstoff. Stäube aus Massivhölzern können auch in der Landwirtschaft verwertet werden. Die häufige Vermischung mit Kunststoff- und Lackanteilen lassen es allerdings geboten sein, die Emissionen von Holzstaub an die Umwelt zu begrenzen.

In der 7. Bundesimmissionsschutzverordnung sind folgende **Grenzwerte für Holzstäube und Holzspäne** vorgegeben:

- Holzspäne und -stäube ohne Schleifstaub: 150 mg/m³
- Holzspäne und -stäube mit Schleifstaub: 50 mg/m³

Sofern ein **Betrieb überwiegend Eichen- und Buchenholz verarbeitet** reduziert sich der geforderte Grenzwert entsprechend den Vorgaben der TA-Luft auf **5 mg/m³**.

Überall wo Schleifstäube anfallen, müssen zur Reinigung der Abluft Gewebefilter eingesetzt werden. Beim ausschließlichen Einsatz von Holzspänen und groben Stäuben können auch Zyklone genutzt werden.

Weitere Hinweise zur Konzeption und Gestaltung von Absauganlagen können im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung eingesehen werden.

Entsorgung

Die betriebliche Abfallwirtschaft ist ein Kernbereich jedes Umweltmanagement-Systems. Hier sind die Mitarbeiter stark mit einbezogen, die Randbedingungen ändern sich häufiger und die Entsorgung kostet Geld. Es lohnt sich, ein System aufzubauen, um die Entsorgung zu optimieren. Für das Schreinerhandwerk werden folgende Schritte empfohlen:

1. Festlegen der **Abfallarten**
2. Innerbetrieblicher **Transport und Lagerung**
3. **Zuständigkeiten**
4. **Abfallbilanz**
5. **Abfallwirtschaftskonzept**

1. Festlegen der Abfallarten

Als ersten Schritt gilt es, die vorhandenen Abfälle sinnvoll zu trennen und ein System festzulegen. Die Gewerbeabfallverordnung gibt vor, in welche **Fraktionen** der anfallende Abfall im Betrieb mindestens zu trennen ist.

- Papier/Pappe
- Glas
- Kunststoff
- Metalle
- Bioabfall
- Holz
- mineralische Baustoffe

Sofern das Holz geeignet ist für eine Verwertung in der betrieblichen Holzfeuerungsanlage, kann dieser Abfall direkt verwertet werden. **Darüber hinaus sollten insbesondere Rücknahmen von den Baustellen wie Altfenster und Alttüren getrennt gehalten werden, um sie einer thermischen Verwertung zuführen zu können.**

Besonders überwachungsbedürftige Abfälle müssen immer getrennt von sonstigen Abfällen gehalten werden. Sie entstehen vorrangig aus der Oberflächenbehandlung.

Ausführlicheres über die verschiedenen Abfallfraktionen und ihre Verwertungsmöglichkeiten kann im Bereich Schreiner > Entsorgung nachgelesen werden.

Es ist in jedem Fall empfehlenswert, den **Kontakt zum zuständigen Abfallberater des Landkreises bzw. der Stadt zu suchen, um sich über mögliche Entsorgungspartner zu informieren.** Man sollte sich entsprechende Angebote einholen, um sachgerecht zu entscheiden, welche Abfallfraktionen im eigenen Betrieb getrennt werden sollen.

2. Transport und Lagerung

Für jede zu trennende Abfallart gilt es, geeignete Lagerbehälter festzulegen. In Abstimmung mit dem jeweiligen Entsorgungspartner muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen:

- Platzbedarf
- Behältermieten
- Transportkosten
- Befüllungsmöglichkeiten

Auf der Seite Schreiner > Entsorgung > Transport finden sich vielfältige Hinweise darauf, welche Aspekte bei der Festlegung von Behältern wichtig sind.

Es lohnt sich, die Trennfraktionen **gemeinsam mit den Mitarbeitern abzustimmen**.

Die innerbetriebliche Entsorgung vollzieht sich in folgenden Schritten

1. Sammeln von Resten
2. Aufräumen
3. Transportieren von Abfallbehältern
4. Befüllen der Transportbehälter des Entsorgungspartners

Es kommen erhebliche Zeitanteile zusammen, die häufig im Tagesgeschäft untergehen, gleichwohl aber die Produktivität deutlich beeinflussen.

Die **Behälter für den innerbetrieblichen Transport** sollten farblich eindeutig gekennzeichnet werden, auffallen und passend beschriftet sein. Dabei sollten die Begriffe verwendet werden, die im Betrieb üblich sind und nicht offizielle, aber womöglich missverständliche Bezeichnungen.

Auch die **Container und Behälter der Entsorgungspartner** sollten eindeutig gekennzeichnet sein. Dies kann sehr anschaulich geschehen, z.B. indem die jeweilige Abfallart als Muster über dem Behälter gut sichtbar angebracht wird.

Eine eindeutige Kennzeichnung und Zuordnung der Abfallarten ist die Voraussetzung für eine wirksame Abfallwirtschaft.

3. Zuständigkeiten

Gerade im Entsorgungsbereich macht es Sinn, wenn eine konkrete Person dafür zuständig ist:

- die Behälter zu kontrollieren
- ihre Abfuhr zu veranlassen
- Mitarbeiter bei Unsicherheiten darauf hinzuweisen, wie sie mit dem jeweiligen Abfall umgehen sollen

Es kann auch hilfreich sein, **alle betrieblichen Abfälle und deren Lagerbehälter tabellarisch aufzulisten**.

Beispiel für eine Entsorgungsanweisung (doc, 18 KB)

Für eine betriebliche Abfallwirtschaft ist es unabdingbar, **alle relevanten Informationen, Belege, Rechnungen und sonstigen Nachweise systematisch in einem Ordner zu sammeln**. Auch diese Aufgabe sollte konkret einer Person zugewiesen werden.

4. Abfallbilanz

Wenn die ersten drei Schritte umgesetzt worden sind, lassen sich die für eine Effektivitätsbewertung nötigen Daten erheben. Es wird eine Abfallbilanz erstellt, **die folgende Daten zusammenfasst**:

- Abfallarten und deren Abfallnummer
- Anfallende Mengen pro Jahr in kg
- Zuordnen der Abfallmenge ob sie verwertet oder beseitigt werden
- Benennen des jeweiligen Entsorgungspartners
- Erfassung der Entsorgungskosten je Abfallart

Sofern sich aus den Nachweisen und Rechnungen der Entsorgungspartner keine Angaben in Kilogramm ergeben, können für die Umrechnung der verschiedenen Abfallfraktionen folgende **Umrechnungsfaktoren** angesetzt werden:

Tabelle: Umrechnungsfaktoren Abfallfraktionen

Behälter/Abfallart	Raumgewicht
240 ltr. Tonne 1,1 m³ Container	150 - 180 kg/m³
Größere Mischcontainer	180 - 250 kg/m³
PVC-Restchargen	100 kg/m³
Folien	20 kg/m³
Polystyrol-Hartschaum	10 kg/m³
Holzabfälle	120 - 200 kg/m³
Glasabfälle	200 kg/m³
Alu-Montageschaumkartuschen	220 g/Stück ca. 3 kg/Karton
Kunststoffkartuschen 300 ml	100 g/Stück
leerer Lackkanister	2 kg/Stück
Papier/Kartonagen	30 - 60 kg/m³

Mit diesen Faktoren lassen sich die Abfälle auf Kilogramm normieren und in der Abfallbilanz vergleichen. Die Abfallbilanz bietet dadurch die Möglichkeit, wesentliche **Kennzahlen zu** erheben:

- **Verwertungsquote**
  Anteil der verwerteten Abfälle an der Gesamtmenge aller Abfälle
- **Spezifische Entsorgungskosten** in Euro je Tonne Gesamtabfälle.

Diese Daten lassen sich auch überbetrieblich vergleichen und geben Hinweise auf spezifische Schwachpunkte der betrieblichen Entsorgung.

Beispiel für eine Abfallbilanz (xls, 57 KB)

Weitere rechtliche Informationen zum Erstellen von Abfallbilanzen finden sich im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Abfallbilanzen und -konzepte.

5. Abfallwirtschaftskonzept

Auf der Basis der Abfallbilanz können gezielt Vergleiche und Analysen erfolgen, wo noch Verbesserungspotenzial vorhanden ist, um die Verwertungsquote zu verbessern oder die Entsorgungskosten zu verringern.

Im Bereich Schreiner > Entsorgung finden sich vielfältige Hinweise, wie die einzelnen Abfallfraktionen vermieden oder besser verwertet werden können. Als typische **Ansatzpunkte** lassen sich aus der Praxis benennen:

- Verringern der Fehlwürfe durch bessere Information der Mitarbeiter
- Bessere Kennzeichnung der Abfallbehälter
- Einsatz von Software zur Verschnittoptimierung
- Getrennthaltung von Papier/Pappe und Kunststoffen vom allgemeinen Restmüll
- Keine Vermischung von Baustellenabfällen und Altfenstern
- Einsatz von Waschkabinetten oder Destillieranlagen, um die Sonderabfälle aus dem Oberflächenbereich zu minimieren

- Getrennthaltung von Bauschutt und Metallen
- Trennung von Glas und Rahmen bei Altfenstern

Die Auswertung veranschaulicht die Ansatzpunkte für Verbesserungen. **Der Betriebsinhaber muss dann entscheiden, in welchen Bereichen man diese umsetzen will.** Dabei gilt es festzulegen:

- Art und Umfang der Maßnahme
- Ziel der Maßnahme
- Umsetzungsfrist
- Zuständigkeit

Das Abfallwirtschaftskonzept ist ein Teil der Unternehmensführung. Es ist ein **Instrument, Ziele zu formulieren und Maßnahmen zu deren Umsetzung zu bestimmen**.

Organisation

Aufgaben und Zuständigkeiten

Um alle in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Bausteine zu einem gemeinsamen Umweltmanagement-System zusammenzuführen, müssen zunächst die damit verbundenen Aufgaben benannt und einzelnen Mitarbeitern zugeordnet werden. Für ein Umweltmanagement-System im Schreinerbetrieb können folgende Aufgabenbereiche bestimmt werden:

Verantwortung der Leitung	• Unternehmensleitlinien • Umweltziele/Umweltprogramm • Personalplanung • Investitionsplanung • Korrektur-/Vorbeugemaßnahmen • Umweltkennzahlen • Beurteilen der Umweltleistung • Aufbau und Pflege der notwendigen Unterlagen
Umwelteinwirkungen	• Materialauswahl, Materialverbrauch • Emissionen aus Lärm, Lösemitteln, Schadstoffen • Abfallentsorgung • Energieaufbereitung, Energieverbrauch
Betriebs- und Anlagensicherheit	• Gefährdungsbeurteilungen • Wartung und Betreuung - Druckluft - Maschinen - Absaugung - Heizung • Überwachungspflichtige Anlagen • Lagerbereiche • Kontrolle Brandschutz • Notfallmaßnahmen
Mitarbeiter	• Information der Mitarbeiter • Betriebsanweisungen • Schulungen, Fortbildungen

	• Vorschlagswesen
Rechtssicherheit	• Aktuelle rechtliche Anforderungen • Sicherstellung der ausreichenden Umwelthaftung

Viele der genannten Aufgabenbereiche sind Bestandteil einer jeden Betriebsorganisation. Das Umweltmanagement-System setzt hier eher einen besonderen Akzent, um die mit den Aufgaben einhergehenden Umwelteinwirkungen bewusst zu machen und zu verringern.

Im Handwerksbetrieb müssen die Aufgaben eines Umweltmanagement-Systems integraler Bestandteil der sonstigen Aufgaben im Betrieb sein. Es werden dafür keine neuen Stellen geschaffen. **Die Einführung eines Umweltmanagement-Systems ist aber eine gute Gelegenheit, die Frage nach Zuständigkeiten und Aufgaben generell zu klären und für alle anschaulich zu dokumentieren.**

Um die Zuständigkeiten festzulegen, reicht es aus dafür eine **tabellarische Übersicht** zu schaffen und diese auszuhängen.

Beispiel für eine Zuständigkeitsverteilung (doc, 27 KB)

Die **Möglichkeiten der Aufgabenverteilung** im Betrieb ist abhängig vom

- Führungsstil der Geschäftsführung
- Betriebsgröße
- Kompetenz der Mitarbeiter

Es kann hilfreich sein, einen **Lenkungs- und Steuerkreis** zu etablieren der aus den wesentlichen Führungskräften im Betrieb bestehen und sich wenigstens einmal die Woche treffen sollte. In diesem Kreis soll es natürlich nicht nur um Fragestellungen im Rahmen des Umweltschutzes, sondern um alle Probleme und Entscheidungen gehen, die im Zusammenhang mit der Auftragsabwicklung und der Betriebsführung stehen. In ihm können die aktuellen Aufgaben besprochen und zugeteilt werden. Zur effektiven Arbeit eines solchen Lenkungskreises können folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Die Treffen sollten immer am **gleichen Tag zur gleichen Zeit** stattfinden
- Wesentliche **Ergebnisse sind stichpunktartig festzuhalten** (z. B. auf einem Flipchart)
- **Aufgaben sind eindeutig zu delegieren** und mit Umsetzungsvorgaben zu belegen
- Die Dauer eines solchen Treffens sollte **nicht länger als 1 Stunde** sein (dazu kann es hilfreich sein, wenn das Treffen im Stehen stattfindet)

Es gilt die Praxisregel: Wer delegiert, der muss auch kontrollieren!

Dokumente und Aufzeichnungen

Jedes Management-System lebt von klaren Vorgaben und eindeutigen Daten über die Ist-Situation. Dies ermöglicht die Ableitung eindeutiger Ziele und Maßnahmen abzuleiten und die Überprüfung ihrer Wirksamkeit.

Für den Aufbau eines Umweltmanagement-Systems sind insbesondere folgende Unterlagen wichtig.

- Unternehmensziele
- Umweltbilanz
- Rechtsvorschriften
- Vorschriften der Holz-Berufsgenossenschaft
- Kenntnis der zuständige Behörden
- Sicherheitsdatenblätter und Technische Merkblätter der verarbeiteten Gefahrstoffe

- Gefahrstoffverzeichnis
- Unterlagen für Maschinen und Anlagen
- Dokumentation von Wartungen und Reparaturen
- Nachweise, Rechnungen und sonstige Entsorgungsbelege
- Belege über Schulungen und Unterweisungen
- Stromrechnungen
- Messbescheinigung des Schornsteinfegers
- Sonstige Messunterlagen (z. B. Lärmpegelmessungen)

Die meisten dieser Unterlagen sind in jedem Betrieb zu finden. Häufig sind sie aber verteilt in verschiedenen Lieferantenordnern oder Werkstattunterlagen oder liegen nur in überalterter Form vor. Es sollte deshalb geklärt werden:

1. **Wo und wie** die Unterlagen abgelegt und
2. **Wer** für die Ablage der jeweiligen Unterlagen zuständig ist.

Eine solche Regelung der Unterlagen stellt sicher, dass man im Bedarfsfall die erforderlichen Informationen tatsächlich findet und immer mit den aktuellen Unterlagen gearbeitet wird.

Umweltbilanz

In der Umweltbilanz werden die Umwelteinwirkungen des Betriebes bewertet und in eine Übersicht gebracht. Man kann zwischen Stoffen und Materialien unterscheiden, die in den Betrieb eingebracht werden (Input) und Produkte, Emissionen und Abfälle, die den Betrieb wieder verlassen (Output).

Input-Kenndaten

Bereich	Input	Menge	Daten
1. Material	Massivholz	m^3	Lieferantenrechnungen Stücklisten
	Plattenwerkstoffe	m^2	Lieferantenrechnungen Stücklisten
	Oberflächenmaterialien	kg	Lieferantenrechnungen
	Leime/Klebstoffe	kg	Lieferantenrechnungen
	Kanten	lfm	Lieferantenrechnungen
2. Energie	Strom	kWh	Verbrauchsrechnung
	Kraftstoffe	Liter	Tankstellenrechnungen
	Heizöl	Liter	Lieferantenrechnung

Wasser spielt für die Fertigung im Schreinerbetrieb nur eine untergeordnete Rolle. Deshalb braucht es nicht separat erfasst zu werden.

Output-Kenndaten

Bereich	Output	Menge	Daten
1. Umsatz	Produkte	Euro	Kundenrechnungen
2. Abfälle	Gesamtabfallmenge	kg	Abfallbilanz
	davon - Sonderabfälle	kg	Abfallbilanz
	- Abfälle zur Verwertung	kg	Abfallbilanz
3. Emissionen	Holzfeuerung - Kohlenmonoxid	g/m³	Messbescheinigung Schornsteinfeger
	- Staub	g/m³	Messbescheinigung Schornsteinfeger
	Öl/Gasfeuerung - Kohlendioxid	kg	bewertete Verbrauchsabrechnung
	Lösemittel	kg	Gefahrstoffverzeichnis
	Lärm	**dB(A)**	Lärmmessungen

Im Falle einer Gas- oder Ölfeuerung können die verbrauchten Liter Heizöl bzw. die Kilowattstunden Gas wie folgt bewertet werden, um die sich daraus ergebende Menge an Kohlendioxid zu erhalten.

Tabelle: Bewertungsfaktoren Kohlendioxid

Liter Heizöl	2,9 kg CO2/Liter
kWh Gas	0,22 kg CO2/kWh

Mit einer solchen Umweltbilanz liegen alle erforderlichen Daten vor, um einen Schreinerbetrieb in Bezug auf seine Umwelteinwirkungen ausreichend zu bewerten.

Umweltkennzahlen

Umweltkennzahlen dienen dazu, die Daten zwischen verschiedenen Betrieben besser vergleichbar zu machen. Damit lässt sich auch die Wirksamkeit von Verbesserungsmaßnahmen im Umweltbereich besser bewerten. Die Kennzahlen können aus den Daten der Umweltbilanz abgeleitet werden.

Tabelle: Umweltkennzahlen im Schreinerbereich

Umweltbereich	Kennzahl	Erläuterungen
Stromverbrauch	kWh/Mitarbeiter	Dabei sollten alle Mitarbeiter einschließlich Betriebsinhaber einbezogen werden. Auszubildende können mit 0,3 bewertet werden. Der Durchschnitt liegt bei ca. 3.000 kWh/Mitarbeiter. Werte darüber lassen auf sehr maschinenintensive Tätigkeiten oder Schwachpunkte im Energiemanagement schließen.
Stromintensität	kWh/Euro	Der Stromverbrauch bezogen auf den Umsatz

		kennzeichnet ist ein Maß für die Energieintensität der Fertigung. Darauf hat der Anteil der Wertschöpfung einen besonderen Einfluss.
Lösemittelgehalt	Prozent	Anteil der Lösemittel an der gesamten verarbeiteten Oberflächenmenge. Er kann aus dem Gefahrstoffverzeichnis abgeleitet werden und zeigt, wie es gelingt, lösemittelhaltige Systeme durch lösemittelarme Systeme zu ersetzen. Bei Fensterbauern liegt er meist sehr niedrig. Bei Innenausbauten kann er besser als Kennzahl verwendet werden.
Kraftstoffverbrauch	Liter/100 km	Der gesamte Kraftstoffverbrauch bezogen auf die gesamte Kilometerleistung aller betrieblichen Fahrzeuge ist ein Durchschnittswert, der die Fahrzeugflotte bewertet.
Verwertungsquote	Prozent	Der Anteil der verwerteten Abfälle bezogen auf die Gesamtabfallmenge ergibt die Verwertungsquote. Er ist ein Kennzeichen für die Trennung der Abfälle. Je höher die Verwertungsquote, desto geringer sind die durchschnittlichen Entsorgungskosten. Gute Betriebe erreichen da mindestens 75 %. Allerdings ist es zumeist schwierig den Anteil der im Betrieb verwerteten Holzabfälle bei einer Holzfeuerung angemessen zu bewerten.
Entsorgungskosten	Euro/Tonne	Die gesamten Entsorgungskosten bezogen auf die gesamte Abfallmenge in Tonnen sind ein guter Vergleichswert zwischen den Betrieben. Allerdings ergeben sich hier häufig regional deutliche Unterschiede je nach verfügbaren Entsorgungspartnern. Er dokumentiert aber gut die Wirksamkeit von Verbesserungsmaßnahmen im Abfallbereich.

Beispiel der Umweltbilanz einer Schreinerei, die sowohl im Bau- wie auch im Innenausbaubereich tätig ist (doc, 35 KB)

Umweltziele

In den vorangegangenen Kapiteln wurde verdeutlicht, wie ein Betrieb seine Umwelteinwirkungen erfassen und quantitativ bewerten kann. Nur wer seine Schwächen kennt, kann besser werden. Wenn alle Daten verfügbar sind, gilt es sie im Hinblick auf Verbesserungsmaßnahmen zu bewerten. In die **Beschreibung der Ist-Situation** können folgende Aufzeichnungen eingehen:

- Stromrechnung
- Öl/Gasrechnung
- Kundenbeschwerden
- Nachbarschaftsbeschwerden
- Arbeitsunfälle
- Entsorgungskosten
- Gefährdungsbeurteilungen
- Rechtliche Vorgaben
- Vorschläge der Mitarbeiter
- Reparaturen und Störungen von Maschinen und Anlagen

Daraus lassen sich je nach Schwerpunkt ganz verschiedene **Ziele ableiten**, um Kosten zu sparen und die Umwelt zu entlasten. Dies können z.B. sein:

- Senkung der Entsorgungskosten
- Verbesserung der Abfallverwertung
- Erweiterte Mitverantwortung und Motivation der Mitarbeiter
- Bessere Qualifikation der Mitarbeiter
- Senkung der Energiekosten
- Verbesserung des Explosions- und Brandschutzes
- Verringerung der Lärmbelastungen
- Verbesserung der Arbeitssicherheit
- Geringerer Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge

Solche Umweltziele gilt es mit den Mitarbeitern abzustimmen, um diese in die Umsetzung mit einzubinden. Es ist hilfreich, sie schriftlich festzuhalten, um die Verbindlichkeit für alle Beteiligten zu erhöhen. Dabei sollte festgehalten werden:

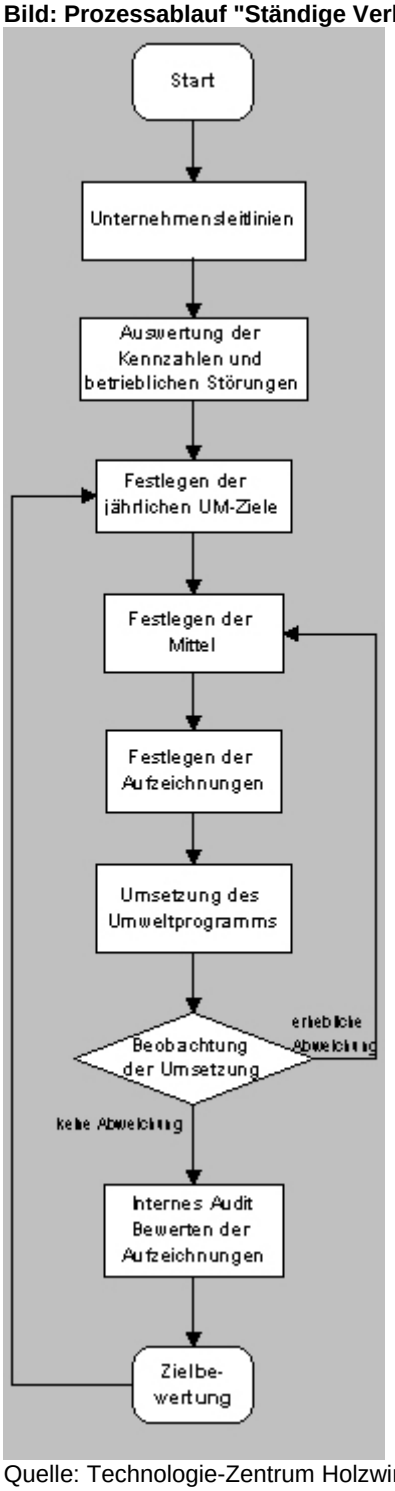
- Formulierung des **Ziels**
- Erforderliche **Maßnahmen**
- Beurteilung der **Dringlichkeit**
- **Zuständigkeit**
- Erforderliche **Ressourcen**
- **Zeithorizont** zur Umsetzung

Jedes Ziel, das man erreicht hat, motiviert für weitere Anstrengungen - deshalb sollte man die Ziele nicht zu hoch stecken. Besser immer wieder kleine Schritte gehen, als vor einem großen zurückschrecken.

Bespiel für ein Umweltprogramm, in dem Ziele und Maßnahmen aus einem konkreten Betrieb zusammengestellt sind (doc, 13 KB)

Dieser **Prozess des sich Beurteilens und Verbesserns ist der Kern eines jeden Umweltmanagement-Systems**. Ziel ist es, die dem Betrieb zur Verfügung stehenden Umweltressourcen so effektiv wie möglich zu nutzen und seinen "Umweltverbrauch" zu minimieren. Dieser Prozess der kontinuierlichen Verbesserung lässt sich als Ablauf wie folgt darstellen:

Bild: Prozessablauf "Ständige Verbesserung"



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

Wenn eine solche Beurteilung regelmäßig und für alle Betriebsbereiche vorgenommen wird, bezeichnet man dies als **Umweltbetriebsprüfung** oder Umweltaudit. Sie ist Voraussetzung dafür, dass man sein Umweltmanagement-System von einem Gutachter **validieren** lassen kann.

Um sein Umweltmanagement-Systems auch nach außen gegenüber der Öffentlichkeit und dem Kunden darzustellen, kann man seine Erfolge und Leistungen in einer so genannten **Umwelterklärung** zusammenfassen. In ihr sollten folgende Aspekte so veranschaulicht werden, dass sie von einer breiten Öffentlichkeit verstanden werden:

1. Beschreibung der **Tätigkeiten des Unternehmens** an dem betreffenden Standort
2. Darstellung des **Unternehmensleitbildes**
3. Präsentation aller wesentlichen **Umwelteinwirkungen** in konkreten Zahlenangaben und Kennwerten
4. **Organisation** des betrieblichen Umweltschutzes
5. Umweltziele und **Umweltprogramm**

Eine solche Umwelterklärung wird vom Umweltgutachter überprüft, bevor der Betrieb die öffentliche Auszeichnung nach **EMAS** erwerben kann. Weitere Details zu diesem Ablauf der Validierung entsprechend den Vorgaben der EU-Verordnung können im Bereich Rechtsgrundlagen > Umweltmanagement nachgelesen werden.

Mitarbeiter

Trotz aller Technik sind die Mitarbeiter der Kern des betrieblichen Erfolgs. Sie haben **maßgeblichen Einfluss auf die Umwelteinwirkungen** des Betriebes:

- Abfalltrennung und Abfallentsorgung
- Strombedarf durch Maschinen und Anlagen
- Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge
- Umweltrisiken im Umgang mit Lacken und Lösemitteln
- Lärmbelastung durch Handmaschinen
- Materialverbrauch
- Brandrisiken im Umgang mit brennbaren Stoffen
- Druckluftverbrauch beim Abblasen

Es hat deshalb wenig Zweck, schöne Umweltziele auszugeben, wenn die Mitarbeiter nicht mitverantwortlich in deren Umsetzung einbezogen worden sind.

Das Thema Umweltmanagement kann nicht losgelöst von den sonstigen betrieblichen Aufgaben gesehen werden. Es muss ein integraler Bestandteil der Organisation sein. Insofern dient es als ein guter Einstieg, um generelle Fragen der Zuständigkeiten und Abläufe im Betrieb zu klären.

Es geht nicht darum, alle Entscheidungen erst umfangreich gemeinsam zu diskutieren und abzustimmen. Erfolgreiche Betriebe wissen abzuwägen, in welchem Umfang sie die Mitarbeiter in die betrieblichen Entscheidungen einbeziehen können, damit sie sich mitverantwortlich ins Unternehmen einbringen. **Erst eine klare Zuordnung von Zuständigkeiten ermöglicht dezentrale und schnelle Entscheidungen - und dies ist für den Umweltschutz genauso wichtig wie für den betrieblichen Erfolg.**

Stellenbeschreibung

Was sich zunächst gerade für Handwerker abschreckend anhört, ist **wichtig für die Zusammenarbeit im Betrieb**. Aufgabe einer Stellenbeschreibung ist es, alle **wesentlichen Erwartungen des Arbeitgebers im Hinblick auf die Qualifikation und Zusammenarbeit** zu formulieren. In welcher Form der Betriebsinhaber das mit seinen Mitarbeitern abstimmt ist zunächst zweitrangig. Es kann aber hilfreich sein, wenn man die wesentlichen Punkte in einer schriftlichen Übersicht zusammengestellt hat.

Vorschlag für die Aufgabenbeschreibung eines Werkstattmitarbeiters (doc, 24 KB)

Mitarbeiterinformation

Um Mitarbeiter verantwortlich in die Organisation einzubinden, müssen sie ausreichend informiert werden. Dies kann durch geeignete Aushänge unterstützt werden. Vielfach finden sich einige Plakate der Holz-Berufsgenossenschaft am schwarzen Brett. Wenn die Veröffentlichungen aber direkt auf die **eigenen betrieblichen Aspekte** verweisen, wird das Ganze viel interessanter:

- Veröffentlichen von **Kennzahlen zum Stromverbrauch und Abfallaufkommen**
- Wichtige gemeinsame **Ziele und Planungen**
- **Rückmeldungen** von Kunden
- Zuordnung von **gemeinsamen Aufgaben**
- Auswertung von **Arbeitsunfällen**

Diese Maßnahme kann nicht das gemeinsame Gespräch ersetzen, sondern nur unterstützen. Versammlungen und Treffen ermöglichen den direkten Austausch und Diskussion über die konkrete Lösung von Problemen sowie die Maßnahmen zur Umsetzung.

Dabei kann es sinnvoll sein, die erforderlichen **Unterweisungen** zu integrieren. **Das gemeinsame Gespräch über Sauberkeit und Ordnung, Arbeitsunfälle und -risiken muss regelmäßig geführt werden.**

Weiterbildung

Mitarbeiter mit Mitverantwortung müssen entsprechend qualifiziert und geschult sein. Die heutige Weiterentwicklung der Informations-, Maschinen- und Materialtechnik erfordert es, dass man sich regelmäßig weiterbildet, um am Markt eine erstklassige Leistung zu liefern. Dies betrifft nicht nur den Betriebsinhaber, sondern, entsprechend ihren Aufgabenbereichen, die Mitarbeiter genauso.

Es ist die Aufgabe des Betriebsinhabers, den Anspruch an Weiterbildung gegenüber den Mitarbeitern zu verdeutlichen und ihnen Möglichkeiten aufzuzeigen, wie sie besser werden können. Allerdings müssen auch die Mitarbeiter an sich selbst den Anspruch stellen, sich weiterqualifizieren zu wollen.

Weiterqualifizierung scheitert in den Betrieben häufig daran, dass keine geeignete **Regelung über die mit ihr einhergehende Vergütung** gefunden wird. Wenn beide Seiten von der Weiterbildung profitieren, sollten auch die Lasten geteilt werden. In der Praxis haben sich Absprachen bewährt, laut denen **der Mitarbeiter seine Freizeit für entsprechende Schulungsmaßnahmen einbringt und dafür pauschal mit einem geringen Betrag vergütet wird.** Dadurch halten sich die Aufwendungen des Betriebes für Schulungen in Grenzen und der Mitarbeiter wird motiviert.

Der Erfolg von Schulungen hängt davon ab, wie gut es gelingt, die Schulungsinhalte in die betriebliche Praxis umzusetzen. **Wenn die Mitarbeiter nach einer Schulung die Erkenntnisse und Informationen an andere Mitarbeiter weitergeben, festigt sich das Gelernte und der Nutzen wird weiter gestreut.**

Aktuelle Schulungsinhalte werden vom **Landesfachverband des Schreinerhandwerks wie auch den Handwerkskammern** jährlich neu aufbereitet. Hier sollte der Betriebsinhaber die Angebote einholen und den Mitarbeiter zur Verfügung stellen. Auch in **Zusammenarbeit mit Herstellern und Lieferanten** lassen sich gerade im Materialbereich gute Praxisseminare durchführen.

Weiterbildung muss ein Teil der persönlichen Weiterentwicklung sein, dann trägt sie zum Unternehmenserfolg bei und verringert die Umwelteinwirkungen.

Fördermöglichkeiten

Bei den mehr als 300 verschiedenen Förderprogrammen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene fällt es nicht leicht, den Überblick zu bewahren. Die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft beinhaltet stets aktuelle Informationen. Auch die Internetbroschüre des Bundesumweltministeriums beschreibt über 150 Förderprogramme.

Im Bereich Wichtig für alle Branchen > Fördermöglichkeiten werden **allgemeine Informationen zum Thema Fördermöglichkeiten, Ansprechpartner und Programme gegeben**. Speziell für die Belange des Schreinerhandwerks kann das Kreditförderprogramm der **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** genannt werden. Die KfW ist die zentrale Anlaufstelle in Deutschland, ihre Internetseite informiert über die aktuellen Förderprogramme und beinhaltet einen Tilgungsrechner.

Die **Programmkonditionen** unterscheiden sich im Hinblick auf

- Laufzeit
- Anzahl der tilgungsfreien Jahre
- Zinsbindungsfristen
- Zinshöhe

Alle Programme werden nicht direkt, sondern über die Hausbanken abgewickelt. Die genaue Zinshöhe ist abhängig von der Zahlungsfähigkeit (Bonität) des Kunden und wird von den Banken anhand des Förderantrages beurteilt.

Darlehensförderung für Investitionen im gewerblichen Bereich

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) fördert Investitionen der gewerblichen Wirtschaft zum Schutz von Wasser, Luft und Boden sowie zum sparsamen Umgang mit Energie. Folgende Programme stehen zur Verfügung:

- **ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm**
  Darunter fallen alle Investitionen zum Schutz der Umweltbereiche Boden, Wasser und Luft sowie Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien
- **KfW-Umweltprogramm**
  Das Umweltprogramm baut auf dem ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm auf. Hierüber können weitere 25 % der Gesamtinvestitionskosten in die Förderung einbezogen werden, wenn die Investition zur Verbesserung der Umweltsituation beiträgt.

Darlehensförderung im privaten Bereich

Darlehensförderungen im privaten Bereich unterstützen indirekt auch das Schreinerhandwerk. **Jedem Angebot für neue Fenster oder Dachausbauten sollte immer auch die Information über günstige Kreditfinanzierungsmöglichkeiten der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beigefügt werden**.

Wohnraum Modernisieren

Aus diesem Programm vergibt die KfW Förderbank Darlehen zur Finanzierung von **klimaschutzrelevanten Maßnahmen** (ÖKO-PLUS) und **allgemeinen Modernisierungsmaßnahmen** (STANDARD) in allen bestehenden Wohngebäuden. Finanziert werden bis zu 100 % der förderfähigen Kosten. Der Zinssatz richtet sich nach dem Anteil für STANDARD- bzw. ÖKO-PLUS-Maßnahmen an dem Kredit aus diesem Programm. Je höher der Kreditanteil für ÖKO-PLUS-Maßnahmen, desto günstiger der Zins.

Für umfassende Klimaschutzmaßnahmen ("Maßnahmenpakete") an Gebäuden, die vor 1979 errichtet wurden, steht das aus Bundesmitteln verbilligte KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm zur

Verfügung. Es betrifft Investitionen, die neben den Fenstern auch die Fassade oder das Dach wie auch die Lüftung als Gesamtpaket mit einbeziehen.

Zu den STANDARD-Maßnahmen gehören u.a. Fenstererneuerung, Sanitärinstallation, Fußböden und Heizungen. ÖKO-PLUS-Maßnahmen sind die Dämmung der Außenwände, des Daches und der Kellerdecke sowie die Erneuerung der Heizung auf Basis erneuerbarer Energien. Die Variante MIX gilt für Investitionen, deren Kreditanteil von ÖKO-PLUS-Maßnahmen zwischen 1/3 und 2/3 beträgt. Der maximale Kreditbetrag ist 100 000 Euro je Wohneinheit.

Ökologisch Bauen

In diesem Programm werden energetisch hochwertige Neubauten gefördert. Hierunter fallen vor allem **Passivhäuser** und alle damit verbunden Investitionen.

Marketing

Jeder umweltorientierte Betrieb muss sich am Markt behaupten können. In einem Umfeld, das von Schnäppchenjagd geprägt ist, scheint es schwierig, Nachhaltigkeit "zu verkaufen". Gleichwohl stellt man fest, dass trotz stagnierender Konsumausgaben der Biomarkt beständig wächst - zumindest im Nahrungsmittelbereich. Das wiederum verweist darauf, dass sich Umweltargumente beim Kunden nur dann gewinnbringend einsetzen lassen, wenn sie einen direkten Nutzen versprechen.

Eine auf Nachhaltigkeit orientierte Marketingstrategie kann sich an folgenden **Grundaussagen** orientieren:

- Herstellung **langlebiger Produkte** auf der Basis **nachwachsender Rohstoffe**
- Einsatz **schadstoffarmer und gesundheitsverträglicher Materialien**
- Gewährleistung **langfristiger Nutzbarkeit** durch Reparatur- und Anpassungsfähigkeit
- Serviceangebote zur **Verbesserung der Wohngesundheit**
- Lebensqualität und **Freude am Gebrauch**
- Ortsnahe **persönliche Kundenbetreuung**

Zielgruppen

Eine solche werteorientierte Marketingstrategie wird wenig Eindruck bei Käuferschichten machen, die sich primär vom Preis leiten lassen. Auch bei der Käuferschicht, der es vor allem um die Zurschaustellung von Exklusivität im Konsum geht, wird man damit kaum etwas erreichen. Vor allem folgende Zielgruppen können durch ein ökologisch orientiertes Marketing angesprochen werden:

Tabelle: Zielgruppenanalyse für ökologisches Marketing

Etablierte	Statusbewusst mit dem Anspruch, etwas Besonders zu repräsentieren. Dieses Milieu hebt sich durch seine besonderen Freizeitaktivitäten (Sportaktivitäten im Rahmen von Clubs, Theater- und Opernbesuche...) ebenso von der Masse ab, wie durch seine gepflegte Esskultur.
Postmaterielle	Dieses Milieu hat stärker intellektuelle Interessen als die Etablierten. Statt im Club Tennis zu spielen, steht eher Joggen oder Tai Chi auf dem Sportplan. Und statt in der Oper dem Bedürfnis nachzugehen, zu sehen und gesehen zu werden, besucht es eher anspruchsvolle Theateraufführungen. Bei der Körperpflege findet man ein starkes Interesse an Naturkosmetik.
Moderne Performer	Dieses Milieu ist jung, unkonventionell und begreift sich als Leistungselite. Performer wollen ihr Leben intensiv genießen. Sie sind stark technisch

	orientiert und treiben oft Extremsport.
Bürgerliche Mitte	Dieses Milieu strebt nach Etablierung in gesicherten bürgerlichen Verhältnissen. Die Gestaltung des harmonischen Familienlebens hat einen herausragenden Wert. In der Freizeit nehmen Aktivitäten mit den Kindern sowie in Vereinen einen breiten Raum ein.

Quelle: Sinus-Institut, "Strategische Zielgruppenanalyse für den Ökomarkt", Heidelberg, 2003

Kaufmotive und Kundennutzen

Jede Zielgruppe hat besondere Interessen und Ansprüche. Umweltbezogenes Marketing muss den jeweiligen Nutzen für die Zielgruppe herausarbeiten. Dazu kann folgende Übersicht hilfreich sein:

Tabelle: Kaufmotive und mögliche Nutzenvorteile

Sicherheit	• Minimierung des Risikos von Wohnkrankheiten und Allergieempfindlichkeiten • Kein anonymer Warenverkauf, sondern individuell angepasste Produkte • Kompetente Fachleute sichern eine hohe Werthaltigkeit • Angebot von Rücknahmemöglichkeiten eröffnet langfristige Perspektiven
Wirtschaftlichkeit	• Langlebige Möbel, die repariert und angepasst werden können, sind insgesamt billiger als kurzfristige preiswerte Produkte • Rücknahmemöglichkeiten ersparen späteren Kostenaufwand für eigene Entsorgung
Statusbedürfnis	• Langlebige Produkte mit hohem Designanspruch können das eigene Geltungsbedürfnis unterstreichen
Lebensqualität	• Minimierung der gesundheitlichen Risiken durch ökologisch orientierte Materialauswahl
Sinnlichkeit	• Handwerkliche Produkte aus Holz zeichnen sich durch eine individuelle Schönheit aus, die nicht künstlich imitiert werden kann • Biologische Oberflächen vermitteln ein anderes Oberflächengefühl

Entsprechend den Bedürfnissen des Kunden gilt es, die für ihn relevanten Nutzenvorteile anzusprechen. Nur **wenn der Kunde direkte persönliche Vorteile erkennen kann, gelingt es aus der reinen Preisdiskussion herauszukommen**.

Die Medien für ein ökologisch orientiertes Marketing unterscheiden sich nicht wesentlich von allgemeinen Marketinginstrumenten. Sie müssen in Form und Inhalt entsprechend den genannten Bedürfnissen und Vorteilen angepasst sein. Konkrete **Hilfestellungen und Vorlagen** gibt es beim **Landesfachverband Schreinerhandwerk BW** oder finden sich in den aufgeführten Literaturquellen.

Kooperation

Kooperation auf der Baustelle ist ein wesentlicher Faktor für nachhaltiges Bauen. Doch leider arbeiten beim Bauablauf die verschiedenen Gewerke oft gegeneinander. Jedes Gewerk muss sich aufgrund der Preissituation allein an seiner eigenen Wirtschaftlichkeit orientieren. Das Zusammenspiel der Gewerke gerät dabei ins Hintertreffen. Sichtbar wird dies in der Praxis vor allem an den Anschlussstellen zwischen den Leistungen der einzelnen Baugewerke (z.B. Dehnungsfugen in Estrich und Parkett, die wiederum der Türenplanung entsprechen müssen oder Trennfugen, die eine Schallübertragung verhindern sollen). An ihnen wird schnell sichtbar, dass **erst durch eine gute Zusammenarbeit ein nachhaltiges Bauen möglich ist**.

Durch eine gute Kooperation am Bau ergeben sich folgende **Vorteile**:

- Eine verbesserte **inhaltliche und terminliche Abstimmung** verringert unnötige Fahrten und vermeidet Missverständnisse auf der Baustelle, die zu Baufehlern führen können.
- **Ökologische Standards** können gewerkeübergreifend geplant werden.
- Eine gute fachliche Zusammenarbeit gewährleistet eine **hohe Lebensdauer der Bauteile**.
- Kooperationen können das **Leistungsspektrum erweitern** und darüber hinaus helfen, eigene Kompetenzen auszubauen.
- Gemeinsam ergibt sich für die Kooperationspartner **Zugang zu Kundensegmenten**, die alleine nicht erreicht werden.
- Auch **größere Aufträge** können termingerecht abgewickelt, personelle Engpässe ausgeglichen und Überkapazitäten abgebaut werden.
- **Gemeinsame Werbung und Marketing** sind einfacher und wirkungsvoller zu organisieren.

Kooperationsformen

Kooperationen im Handwerk können schon durch **einfache mündliche Absprachen** entstehen, die auf eine lockere Zusammenarbeit abzielen. In dieser Form ergeben sich in der Praxis häufig Kooperationen. Sie basieren auf Vertrauen, das aus guter Zusammenarbeit entsteht. Sie sind einfach zu bilden und benötigen keinen aufwändigen Organisationsapparat. Gegenseitige bedarfsgerechte Unterstützung hilft Terminspitzen und Nachfrageflauten auszugleichen.

Andererseits sind solch lose Kooperationen in der Kundenansprache beschränkt. Die konkrete Koordination über mehrere Gewerke ist auf ihrer Basis meist nicht möglich.

Zu den **verbindlicheren Formen der Kooperation** zählen Unternehmen, die auf der Grundlage einer schriftlichen Vereinbarung geschäftliche Aufgaben gemeinsam wahrnehmen, dabei aber juristisch und wirtschaftlich selbständig bleiben. Es ergeben sich Möglichkeiten, größere Projekte gemeinsam abzuwickeln. Die Kundenansprache kann effektiver und vielfältiger erfolgen. Durch die engere finanzielle Verflechtung sind jedoch die finanziellen Risiken meist deutlich höher.

Kooperationen leben von den Stärken ihrer Mitglieder - deshalb ist nur der Betrieb für Kooperationen geeignet, der seine Stärken kennt und weiß, wo er besser ist als die anderen.

Für die Bildung von verbindlicheren Kooperationen hat es sich bewährt, einen **Fachberater z.B. aus den Handwerkskammern** hinzuzuziehen, der den Prozess der Kooperationsgründung begleiten und rechtliche Hilfestellungen geben kann.

Auch über den **Landesfachverband** können sich Betriebe nach möglichen Kooperationspartnern erkundigen, um Formen der Zusammenarbeit innerhalb des Gewerks zu etablieren.

Kooperationsbeispiele

Umweltgemeinschaft im Tischler- und Schreinerhandwerk

Die Umweltgemeinschaft ist ein Zusammenschluss von Schreinerbetrieben, die sich gemeinsamen ökologischen Standards verpflichtet fühlen. **Gemeinsame Marketinginstrumente** unterstützen den eigenen betrieblichen Auftritt. Ein regelmäßiger **Erfahrungsaustausch** unterstützt die Zusammenarbeit zwischen den Betrieben.

Ziele

- Verstärkung der **Planungskompetenz** beim Kunden
- Kommunizieren von **ökologischen und gesundheitlichen Standards**
- Serviceangebote zur **Verbesserung der Wohngesundheit** etablieren

Ansprechpartner ist der Landesfachverband Schreinerhandwerk

Hand-in-Handwerker

Die Hand-in-Handwerker sind ein bundesweites **gewerkeübergreifende Kooperationskonzept**, dass in vielen Regionen eigene Ableger gegründet hat. Die Kooperation ist gekennzeichnet durch

- Gewerkeübergreifende Abwicklung von **kompletten Häusern** und Ausbauten
- Ein **zentraler Ansprechpartner** für den Kunden, der häufig als Architekt die Partner koordiniert
- Der Kunde erhält ein **Festpreisangebot**, die Detailabwicklung erfolgt dann über die Partner
- Die **abgestimmte Terminplanung** ermöglicht eine gute und schnelle Zusammenarbeit der Gewerke.

Koncraft

5 "virtuelle" Schreiner aus Baden-Württemberg haben sich zusammengetan, um **Konstruktion und Fertigung auszutauschen** und damit effektiver zu gestalten.

Die beteiligten Betriebe stellen sich gegenseitig ihre Planungsunterlagen und Kompetenzen zur Verfügung. Der **gemeinsame Internetserver fungiert als zentrale Kommunikationsplattform** untereinander:

Die Konstruktionskriterien für Möbel wurden angeglichen und ein **gemeinsamer Konstruktionsstandard** entwickelt, der die Produktion erleichtert und vereinheitlicht, ohne die gestalterischen Freiheiten einzuschränken.

Daneben werden die **Auslastungsdaten** jedes Betriebes ausgetauscht, sodass ein einfacher **Abgleich von Kapazitätsengpässen** ermöglicht wird.

Produktverantwortung

Die Produktverantwortung umfasst mehr als bloße Achtsamkeit bei der Herstellung. Der Kunde muss mit seinem Produkt auch sorgenfrei leben, sich damit wohl fühlen und es möglichst lange problemlos nutzen können.

Bereits in der Planung und Entwicklung werden alle wichtigen **Umweltauswirkungen** eines Produktes festgelegt:

- **Gestaltung**
- **Beleuchtung**
- mögliche **Schadstoffausgasungen**
- **raumklimatische** Auswirkungen
- **Anpassungsfähigkeit** der Produkte an geänderte Nutzerwünsche
- **Reparaturfähigkeit**
- **Verwertung**

Wenn der Kunde diesbezüglich Forderungen stellt, wird der Schreiner versuchen, diese zu erfüllen. Aber auch der Schreiner ist als Fachmann gehalten, den **Kunden** umfassend über die **möglichen Auswirkungen** der von ihm verarbeiteten Materialien und Techniken zu **informieren**.

Durch Produktion, Installation, Wartung und schließlich Rücknahme begleitet der Schreiner sein Produkt von der Wiege bis zur Bahre und übernimmt die volle Verantwortung.

Grundsätzliches zur Produktverantwortung kann im Bereich Rechtsgrundlagen > Produktverantwortung nachgelesen werden.

Gesundes Wohnen

Gesundheit ist der am häufigsten geäußerte Wunsch der Menschen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Gesundheit als einen **"Zustand vollständigen körperlichen, geistig-seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur der Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen."**

Wie Studien aus vielen Ländern belegen hat die Verbreitung von Allergien in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Ein Grund dafür ist die immer größer werdende Materialvielfalt aus neu entwickelten Stoffen oder Zusammensetzungen. Hinzu kommt, dass die meisten Menschen 90% ihrer Zeit in Innenräumen verbringen. Es ist messtechnisch bewiesen, dass in **Innenräumen größere Schadstoffkonzentrationen auftreten können als im Freien**. Immer mehr Chemikalien werden verwendet, die Gebäudehüllen werden dichter und der Luftaustausch wird eingeschränkt.

Tabelle: Konzentration an Lösemitteln in der Luft

Bereich	TVOC in µg/m³
Außenluft	10 - 40
Wohnungen	50 - 400
Büros	50 - 1.300
Schulen	50 - 300

Quelle: Wohngesundheit, Informationsdienst Holz, 1998, S. 11

Es wird zunehmend über Beschwerden berichtet, die im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen und Chemikalien in Innenräumen stehen. Diese Krankheiten treten vermehrt in "frisch" renovierten und neuen Gebäuden auf, ihre Krankheitsbilder überschneiden sich. Hierzu gehören z.B. das SBS (Sick-Building-Syndrom).

Im gewerblichen Bereich sind mit dem Ziel, die Arbeitnehmer zu schützen, Grenzwerte vorgegeben, z.B. die **Arbeitsplatzgrenzwerte** (früher MAK-Werte). Allerdings liegen für Büro- und **Wohnräume nur sehr wenige derartige Grenzwerte** vor. Eine Übertragung der Arbeitsplatzgrenzwerte auf den Wohnbereich ist nicht möglich, da sich die Menschen dort länger als acht Stunden aufhalten und auch Säuglinge und alte Menschen betroffen sind. Für einige Stoffe wurden Richtwerte vom ehemaligen Bundesgesundheitsamt veröffentlicht.

Tabelle: Richtwerte für Schadstoffe

Stoff	Richtwert I (Sanierungsziel)	Richtwert II (Eingriffswert)
Dichlormethan	0,2 mg/m³	2 mg/m³
Toluol	0,3 mg/m³	3 mg/m³
Pentachlorphenol	0,1 µg/m³	1 µg/m³
Kohlenmonoxid	1,5 mg/m³	15 mg/m³
Stickstoffdioxid	-	60 µg/m³
PCB	300 ng/m³	3000 ng/m³

Quelle: Wohngesundheit, Informationsdienst Holz, 1998, S. 23

Der **Richtwert I** gibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft an, bei der auch trotz lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Der **Richtwert II** ist ein wirkungsbezogener, **toxikologisch** begründeter Wert, bei dessen Überschreiten unverzüglicher Handlungsbedarf besteht.

Darüber hinaus existieren für weitere Stoffe Beurteilungsmaßstäbe aus den unterschiedlichsten Quellen.

Tabelle: Empfehlungs-/Richtwerte für Schadstoffe

Stoff	Richtwert	Veröffentlichung
Formaldehyd	0,1 **ppm**	Bundesgesundheitsamt 1977
Per	0,1 mg/m³	2. Bundesimmissionsschutzverordnung
Radon	250 Becquerel/m³	Strahlenschutzkommission
Kohlendioxid	0,15 %	DIN 1946

Quelle: Wohngesundheit, Informationsdienst Holz, 1998, S. 24

Schätzungen zufolge betragen die volkswirtschaftlichen Verluste durch gebäudebedingte Erkrankungen (Arbeitsausfälle, schlechte Motivation, Krankenkassenkosten, Eigenanteile usw.) mehrere Milliarden Euro. Es besteht also erheblicher **Handlungsbedarf** in Bezug auf die Herstellung und Gestaltung gesunder Innenräume. Hier kommt der Schreiner ins Spiel, der dem Kunden kompetente Beratung in allen Wohnlagen vermitteln kann. Schadstoffarme oder schadstofffreie Produkte sind dabei ein sehr verkaufsförderndes Argument. Allerdings muss sich der Schreiner mit der Chemie der Materialien, ihrer Verarbeitung und möglichen Auslösern für Innenraumbelastungen befassen.

Bei der Ermittlung der Innenraumbelastung muss grundsätzlich festgestellt werden, um welche Stoffe es sich im Einzelnen handelt und welche Produkte hauptsächlich dafür verantwortlich sind. **Ohne eine korrekte Ursachenzuordnung muss jede Sanierung ins Leere laufen.** Es sollten anerkannte Prüfinstitute herangezogen werden.

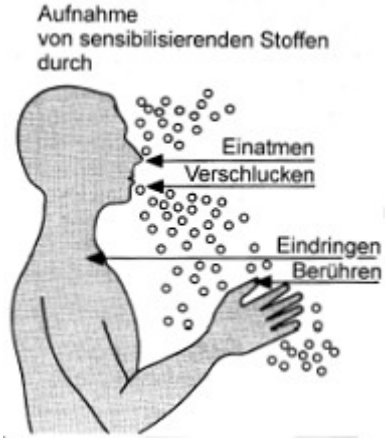
Ob eine Sanierung von schadstoffbelasteten Innenräumen erforderlich ist, kann durch den **Messdienst** der Krankenkassen festgestellt werden. Dieser wird verordnet, wenn ein **Umweltmediziner** einen Zusammenhang zwischen den gesundheitlichen Beschwerden des Patienten und seinem Wohnumfeld für wahrscheinlich hält. Der Umweltmediziner ist der Facharzt für umweltbedingte Krankheiten, an den der Patient durch den Hausarzt überwiesen wird. Der Messdienst erfasst alle relevanten Innenschadstoffe und kann eine wichtige Hilfe bei der Ursachenbeseitigung der gesundheitlichen Beschwerden sein.

Allergien

Merkmale

Bei Allergien reagiert das Immunsystem des Körpers auf vergleichsweise harmlose Stoffe, so genannte Allergene, über. Bei Innenraumallergien werden die Allergene entweder eingeatmet (Inhalationsallergene) oder sie gelangen durch Kontakt mit der Haut in den Körper (Kontaktallergene). Ungefähr jeder vierte Bundesbürger klagt über eine solche Sensibilisierung seines Körpers.

Bild: Aufnahme der Allergene im Körper



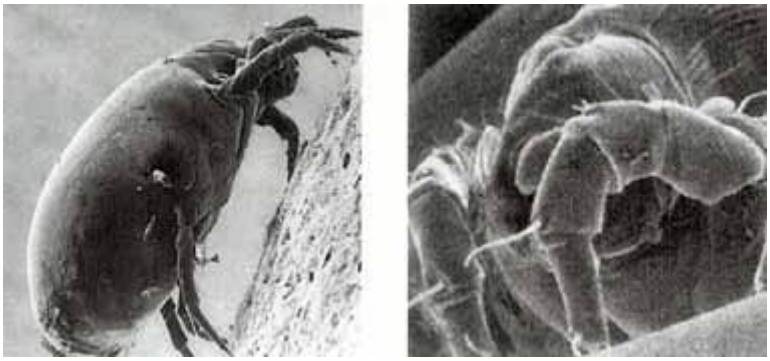
Quelle: Fredersdorf-Crome, Einsatz allergieauslösender Stoffe im Innenausbau, S. 28

Quellen

Als Ursachen für allergische Erkrankungen kommen vor allem in Betracht:

- Pollen von Gräsern und Blüten aus der Außenluft
- spezielle Inhaltsstoffe in Nahrungsmitteln (Konservierungsstoffe, Nussbestandteile...)
- Haustaubmilben in Wohnungseinrichtungen
- Schimmelbildung im Wohnumfeld

Bild: Haustaubmilben



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die Hausstaubmilbe kann sich in allen Stoffen und organischen Materialien einnisten. Ihr Kot ist ursächlich als Allergen wirksam.

Raumgrenzwert

Allergien treten bei Menschen mit einer Übersensibilität für das betreffende Allergen auf. Hier gibt es keine fixe Dosis-Wirkungs-Beziehung. Der Grad der Sensibilisierung des Betroffenen bestimmt den "Raumgrenzwert". Schon bei minimalem Vorkommen kann eine allergische Reaktion eintreten. Da man sich den Allergenen nicht vollständig entziehen kann gibt es nur ein allgemeines Minimierungsgebot.

Krankheitssymptome

Folgende Krankheitsmerkmale werden häufig mit Allergien in Verbindung gebracht:

- Asthma, Husten
- Nasenschleimhautentzündung, Heuschnupfen
- Kontaktekzeme, Juckreiz, Neurodermitis
- Lungenentzündung
- Magen-Darm-Erkrankungen
- Hautschwellungen

Messmöglichkeiten

Hausstaubmilben können mit Hilfe eines in Apotheken erhältlichen Tests selbst von Laien nachgewiesen werden. Als Beispiel sei der ACAREX-Test genannt, der die Hausstaubmilbenbelastung von Wohntextilien über die Untersuchung des Hausstaubs anzeigen soll. Allergiker sollten diesen Test nicht selbst durchführen, weil es bei der Testvorbereitung durch Aufwirbeln von Staubpartikeln kurzzeitig zu einer erhöhten Allergenbelastung kommen kann.

Bild: Messröhrchen für Hausstaubmilben

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Messröhrchen können in Apotheken zum Preis von rund 15 Euro bezogen werden. Mit ihrer Hilfe kann allerdings nur festgestellt werden, ob die Belastung erhöht ist. Allergisch sensibilisierte Menschen können bereits auf minimale Konzentrationen reagieren.

Vorbeugung

Zur Vorbeugung einer Belastung durch Pollen in Innenräumen können Fenster und Belüftungssysteme mit entsprechenden Filtern ausgestattet werden. Dies ist allerdings in vielen Räumen nur bedingt möglich. Der offene Luftaustausch zwischen Innen- und Außenluft kann nur sehr begrenzt kontrolliert werden.

Da die Hausstauballergie von der Menge der Milben-Exkremente abhängt, muss die Anzahl der unerwünschten Milben so gering wie möglich gehalten werden. Milben benötigen eine relative Luftfeuchtigkeit von über 50%. Sie ernähren sich von Hautschuppen, Mikroorganismen, Tierschuppen und abgestorbenen Insektenteilchen. Der optimale Temperaturbereich für Milben liegt zwischen 20 und 25 °C, also genau in der Temperaturspanne, die üblicherweise in Wohnungen vorzufinden ist. Die meisten Milben befinden sich im Bett, in gepolsterten Sitzmöbeln oder Wollteppichen. Betroffene bemerken die Belastung zum Beispiel beim Betten-Aufschütteln oder beim Staubsaugen. Folgende Maßnahmen können zu ihrer Minimierung beitragen:

- Im Schlafbereich sind **Überzüge** wirkungsvoll, mit denen die Matratzen vollständig eingehüllt werden. Diese Matratzenhüllen sind aus einem milbendichten, aber feuchtigkeitsdurchlässigen Material hergestellt. Mittlerweile tragen die Krankenkassen anteilig die Kosten dafür.

- Die **Reduzierung der Innenraumfeuchte** ist ein großer Faktor bei der Bekämpfung der Milben. Das kann durch gezieltes Lüften erreicht werden.
- Die Hausstaubmilben sind temperaturempfindlich. Allerdings müssen Decken oder Kissen **mehr als eine Stunde bei 60 °C** gewaschen werden, um die Milben wirkungsvoll abzutöten.
- Um Staubablagerungen zu vermeiden sollte die Einrichtung **leicht zu reinigende Oberflächen** haben. Holzfußböden sind besser zu reinigen und staubarm zu halten als Teppichböden. Vorhangstoffe aus glatten Stoffen und Polstermöbel mit Lederbezügen sind ebenfalls vorteilhaft.
- Ein gut gefilterter **Staubsauger** trägt dazu bei, Staubablagerungen ohne ein Aufwirbeln von Staub zu erfassen. Der Staubsaugerbeutel sollte häufig gewechselt und der Filter oft gereinigt werden. Wasserstaubsauger sind ungeeignet! Sie erhöhen die Raumfeuchte und begünstigen so die Lebensbedingungen der Milben.
- Allergisch sensible Menschen reagieren auch häufig auf **Tierhaare** als Allergene. Zudem begünstigen Tiere das Vorkommen von Hausstaubmilben. Insofern sollten entsprechende Allergiker in Innenräumen keine Tiere halten.

Formaldehyd

Merkmale

Formaldehyd ist giftig, farblos und besitzt einen stechenden Geruch. Es zersetzt sich unter Einwirkung des Sonnenlichtes, in Innenräumen wird Formaldehyd folglich nicht abgebaut.

Quellen

Formaldehyd ist ein überall verbreiteter Stoff. Ab einer Konzentration von 0,07–0,11 mg pro Kubikmeter Luft (entspricht 0,06–0,09 ppm) ist der typische, stechende Geruch wahrnehmbar. Im Wohnbereich kann er aus folgenden Quellen stammen:

- Spanplatten
- Tabakrauch
- Farben
- Lacke
- Desinfektionsmittel und Haushaltschemikalien
- Kosmetika
- Klebstoff
- Montageschaum
- Leder
- Textilien
- Tapeten
- Teppiche

Beim **Rauchen einer Zigarette entstehen 1,5 mg Formaldehyd**. Der Raumgrenzwert von 0,1 **ppm** kann schon durch das Rauchen von 6 Zigaretten in einem 30 m² großen Raum durchschnittlicher Höhe erreicht werden.

Raumgrenzwert

In der **Chemikalienverbotsverordnung** ist ein **Grenzwert für Formaldehyd von 0,1 ppm** festgelegt. Im Zweifelsfall muss **der Hersteller nachweisen, dass dieser Raumgrenzwert durch seine Produkte nicht überschritten wird.** Ansonsten kann er im Rahmen der Produkthaftung schadensersatzpflichtig werden!

Krankheitssymptome

- Reizung der Augen, Nase und oberen Atemwege
- Kopfschmerzen
- Übelkeit
- Kreislaufbeschwerden
- Nervosität
- kann Allergien auslösen (Kontaktallergie, Berührung einer wässrigen Formaldehydlösungen)
- Beim Verschlucken von 10–30 g einer 30%-igen Lösung kann bei Erwachsenen der Tod eintreten.
- Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. Hintergrund für die Einstufung sind Tierversuche an Ratten, welche Krebswucherungen bei intensiver Begasung von Formaldehyd aufwiesen.

Messmöglichkeiten

Möbel und vergleichbare Einrichtungsgegenstände können in einer Prüfkammer auf ihre Formaldehydemission geprüft werden.

Bild: Prüflabor der Landesgewerbeanstalt Bayern

Quelle: Deutsche Gütegemeinschaft Möbel, Gesund Wohnen, S. 13

Bei **Messungen vor Ort** müssen genau definierte Messbedingungen eingehalten werden, die von einfachen Prüfeinrichtungen nicht gewährleistet werden können. Im Streitfall ist ein kompetentes Messlabor hinzuzuziehen. Für eine **orientierende Messung** können einfache Prüfröhrchen aus der Apotheke eingesetzt werden (rund 21 Euro). Sie zeigen an, ob der Formaldehydgehalt der Luft in einem kritischen Bereich liegt.

Bild: Messröhrchen

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Vorbeugung

Spanplatten haben die größte Emissionsdauer von Formaldehyd. Es kann noch nach mehreren Jahren austreten. Formaldehydhaltige Spanplatten für den Wohnbereich dürfen deshalb nur in der **Emissionsklasse 1 (E1)** angeboten werden. Zudem wird empfohlen, offene Kanten zu beschichten und offene Bohrlöcher soweit wie möglich zu vermeiden. Nur dadurch ist gewährleistet, dass der maßgebliche Raumgrenzwert sicher eingehalten wird.

In Spanplatten ist der eingesetzte **Klebstoff der entscheidende Faktor**. Aus den überwiegend verwendeten Harnstoffharzen entweicht relativ leicht Formaldehyd. Es gibt mittlerweile jedoch auch Harze, die das Formaldehyd besser einbinden oder erst gar nicht benötigen. Diese Holzwerkstoffe sind mit dem **Umweltzeichen Blauer Engel** versehen und gewährleisten einen Formaldehydemissionswert von 0,05 **ppm**, also die Hälfte der gesetzlichen Vorgabe. Da Formaldehyd auch im naturbelassenen Holz vorhanden ist, kann es keine formaldehydfreien Spanplatten geben.

Auch andere Plattenwerkstoffe können zur Formaldehydanreicherung im Raum beitragen. **Tischler- und Furnierplatten** müssen deshalb genauso wie Spanplatten die Forderung nach einer E1-Emissionsklasse erfüllen. Besonders formaldehydarme Tischler- oder Furnierplatten werden bislang noch nicht mit dem blauen Engel ausgewiesen. Im Einzelfall sollte der Betrieb entsprechende Datenblätter vom Hersteller seiner Plattenwerkstoffe anfragen.

Sanierung

Am besten lässt sich die Innenraumbelastung durch Beseitigung der Quelle beheben, d.h. das kritische Möbelstück, der Teppich oder dergleichen muss entfernt werden. In Fertighäusern der 70er Jahre wurden große Mengen an Spanplatten eingesetzt. Hier sind also alle raumumschließenden Flächen mögliche Formaldehydquellen.

Durch eine **Beschichtung kann das Ausgasen von Formaldehyd aus den Plattenwerkstoffen ebenfalls stark reduziert** werden:

- Anstrich mit **Dispersionsfarben**
- Beschichtung mit einem Zweikomponenten-**Polyurethanlack**
- Beschichtung mit **Alkydharzlack**

Diese Lackschichten sind ausreichend dampfdicht, um das leichtflüchtige Formaldehydgas nicht in den Raum austreten zu lassen.

Mit speziellen **gasdichten Aluminiumfolien** auf allen Flächen kann das Formaldehyd über lange Zeit zum Raum hin abgesperrt werden. Alle Stöße, Anschlüsse und Durchdringungen müssen sorgfältig mit gasdichtem Klebeband abgeklebt werden, Beschädigungen der Folie sind zu vermeiden. Aus raumklimatischen Gründen sollte diese gasdichte Ebene mit einer neuen Oberfläche versehen werden, die überschüssige Luftfeuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben kann. Naturfaser- oder Lehmputze sind hierzu optimal geeignet.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den aus den Spanplatten austretenden Schadstoff in einer auf allen Flächen aufgeklebten **Aktivkohletapete** zu binden. Dieses Verfahren, das Formaldehyd und andere Schadstoffe dauerhaft absorbiert, lässt einen diffusionsoffenen Wandaufbau zu.

Gute Erfahrungen wurden auch mit speziellem Schafwollvlies hinter raumseitigen Beplankungen gemacht. An der Oberfläche der Wollfasern wird Formaldehyd chemisch gebunden und in unschädliche Substanzen umgewandelt. Im Kontakt mit der Raumluft (z.B. auf abgehängten Decken in Wandhalterungen) kann dieses Schafwollprodukt auch Formaldehyd aus Innenräumen beseitigen.

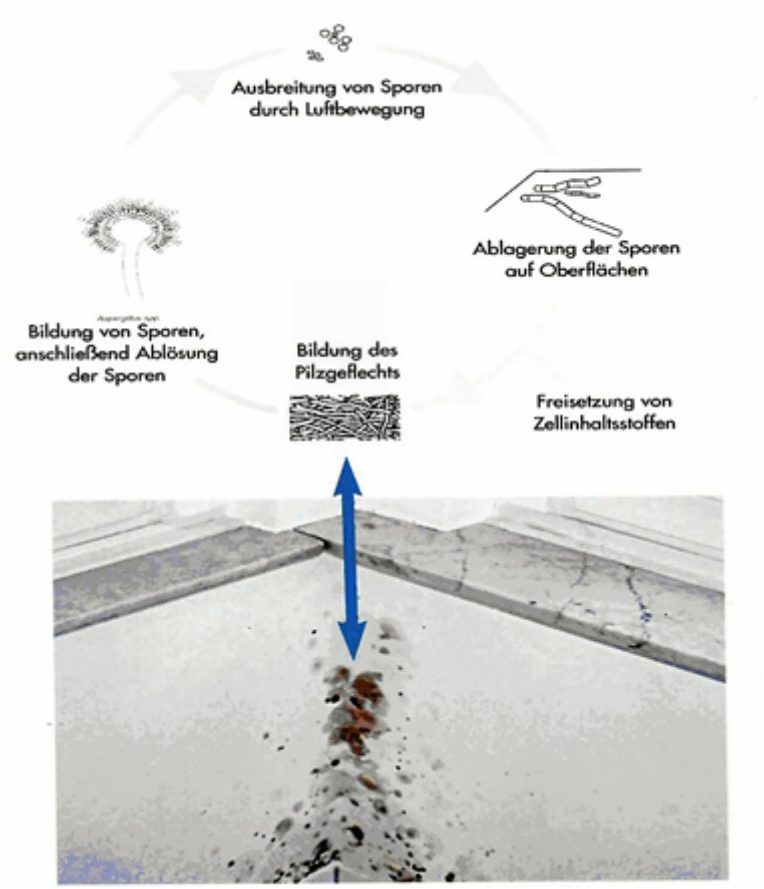
Schimmel

Merkmale

Optisch ist Schimmel an seiner grünlich-schwarzen Farbe gut erkennbar. Oftmals entwickelt er sich aber im Verborgenen. Ein modriger, muffiger Geruch weist auf das Problem hin. Die Sporen sind 1-100 µm groß, also mikroskopisch klein und mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Damit sich neue Pilze entwickeln können, brauchen die Sporen einen kohlenstoffhaltigen Untergrund und eine Mindestmenge an Feuchtigkeit.

Eine Eigenschaft von Schimmelpilzen ist es, auf Lebensmitteln oder anderen organischen Substraten (Staub, Tapeten, ...), ein watteartiges Myzel, den Schimmel, zu bilden. Die meisten Schimmelpilze sind Nahrungsmittelverderber. Damit erfüllen sie wichtige Aufgaben zur Verrottung der organischen Materialien.

Bild: Vorkommen der Schimmelpilze



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

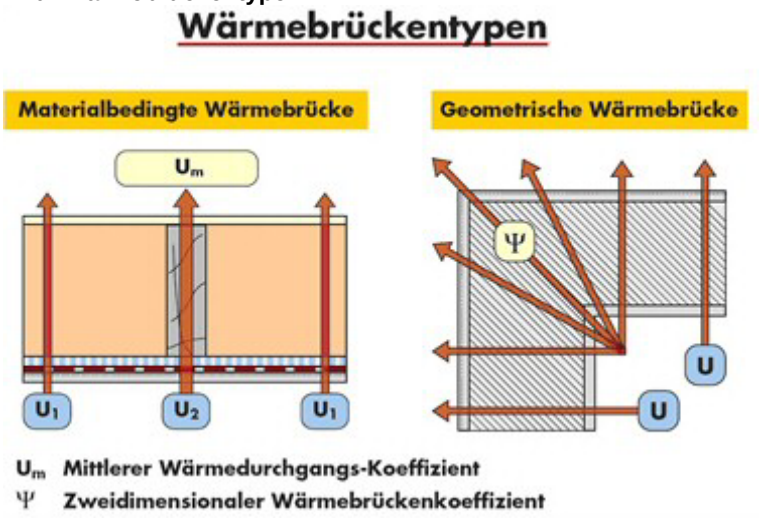
Quellen

Schimmelpilze benötigen zum Wachstum eine **Luftfeuchtigkeit von wenigstens 80%**. Die Feuchtigkeit kann viele Ursachen haben:

- **Wassereindringung** von außen
  - mangelhafte Schlagregendichtheit
  - mangelhafte Dachisolierung
- Aufsteigende **Bodenfeuchtigkeit**
  - Sperrschicht gegen Feuchtigkeit aus dem Erdreich nicht dicht
- **Wasser von innen**

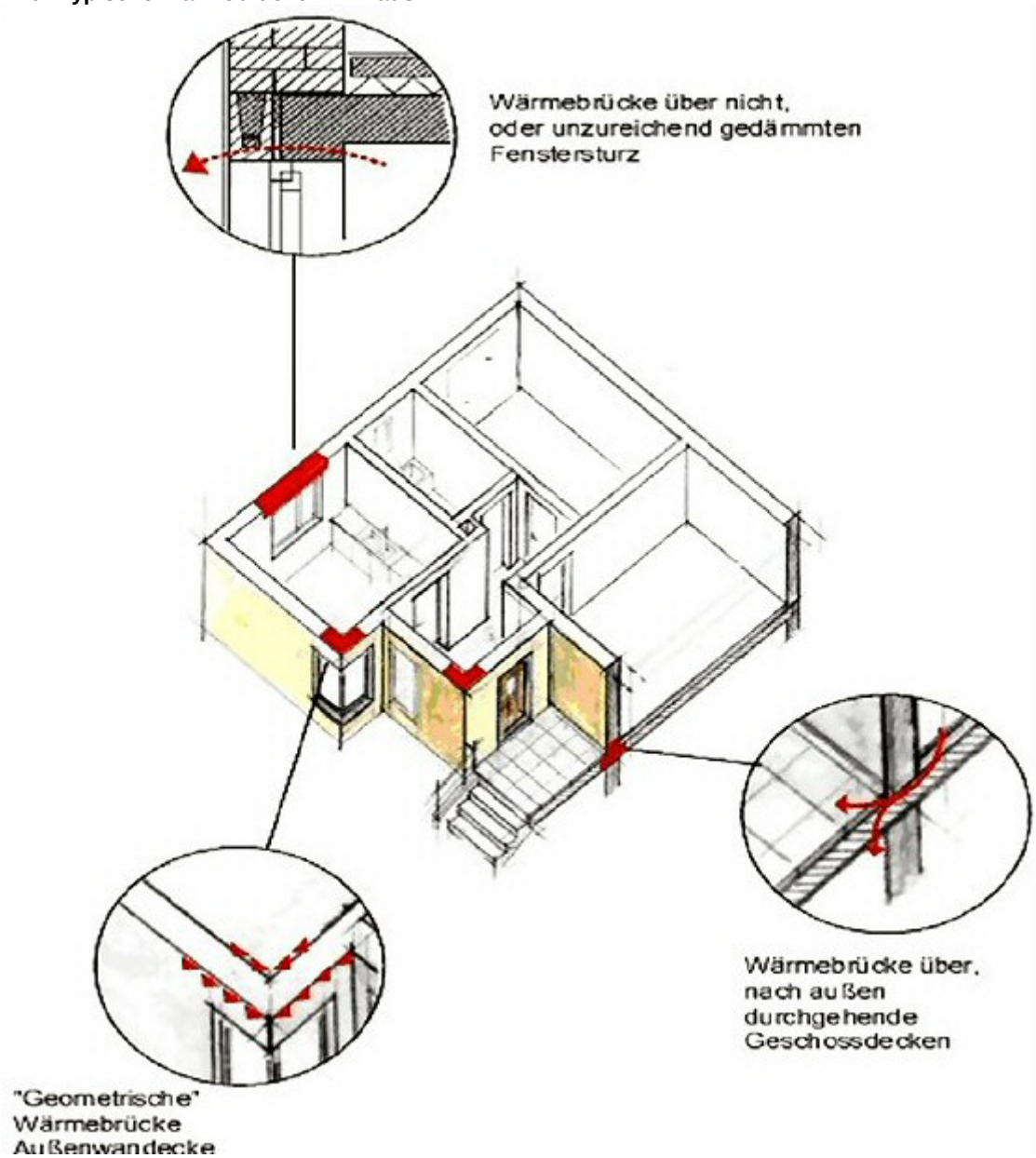
    - undichte Rohrleitungen
    - fehlende Abdichtungsmaßnahmen in Küche oder Bad
- Unzureichende **Wärmedämmung** von Außenbauteilen und Wänden
- **Undichtigkeiten** und Schäden in der Gebäudehülle. Nähere Informationen zu Undichtigkeiten finden Sie im Bereich Gesundes Wohnen > Raumklima.
- **Wärmebrücken**
    - geometrische (Fensterleibungen und Außenecken)
    - materialbedingte (unterschiedliches Wärmeverhalten über den Querschnitt)

Bild: Wärmebrückentypen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Bild: Typische Wärmebrücken im Haus



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

- **Aktivitäten** der Bewohner.
  Zur Abschätzung der Feuchteabgabe dienen die in Tabelle aufgeführten Werte:

Tabelle: Feuchteabgabe und Aktivität

Aktivität	Feuchteabgabe
leichte Aktivität	30 - 60 g/h
mittelschwere Arbeit	120 - 200 g/h
schwere Arbeit	200 - 300 g/h
Wannenbad	700 g/h
Duschen	2600 g/h
Kochen	600 - 1500 g/h

im Tagesmittel	100 g/h
Zimmerblumen (Veilchen)	5 - 10 g/h
Farn	7 - 15 g/h
Mittlerer Gummibaum	10 - 20 g/h
Wasserpflanzen	6 - 8 g/h
Jungbäume (2-3 m)	2000 - 4000 g/h
geschleuderte Wäsche	50 - 200 g/h
tropfnasse Wäsche	100 - 500 g/h

Quelle: Wohngesundheit, Arbeitsgemeinschaft Holz, 1998, S. 14

Raumgrenzwert

Da der medizinische Kenntnisstand noch sehr begrenzt ist, gibt es zurzeit weder in Deutschland noch auf internationaler Ebene gültige und rechtsverbindliche Grenzwerte für die Schimmelpilzbildung in Innenräumen. Insbesondere fehlen Daten über die Dosis-Wirkbeziehungen. Dennoch sind Pilze zweifelsfrei als **potenzielle Krankheitserreger** einzustufen.

Schimmelpilze führen unabhängig von ihrer Menge immer zu einer Belastung der Wohnsituation. Es geht deshalb vorrangig darum, sie zu entdecken und ihre Ursachen zu beseitigen.

Krankheitssymptome

Schimmelpilze sind zwangsläufig in unserer Umgebung. Der Mensch ist seit jeher in Kontakt mit ihnen. **Für gesunde Menschen ergeben sich aus dem Vorhandensein von Schimmel keine besonderen gesundheitlichen Risiken**. **Allergische Reaktionen** auf Schimmelpilze wie Bronchialasthma, allergischer Schnupfen oder Bindehautentzündung sind bereits bei relativ geringen Belastungen möglich. Einige Arten der Schimmelpilze (z.B. Aspergillus flavus) scheiden, um sich gegen Bakterien durchzusetzen, hochgiftige Stoffwechselprodukte (Mykotoxine) aus. Insbesondere von diesen Schimmeltypen gehen erhöhte gesundheitliche Gefahren für die Bewohner aus. Diese so genannten Aflatoxine können im Extremfall Krebs auslösen.

Messmöglichkeiten

Die **Messung der Luftfeuchtigkeit** ist ein einfaches Verfahren, um das Risiko für erhöhte Schimmelpilzbildung zu messen. Häufig wird zwar Schimmelgeruch wahrgenommen, aber die Quelle bleibt nicht erkennbar. Um überhaupt zu entscheiden, ob dieser Geruch auf eine Schimmelbelastung zurückzuführen ist, kann eine **orientierende Messung** mit einem Probenaufsatz auf einem Staubsauger vorgenommen werden. Die Kosten für eine solche Probenahme liegen bei rund 75 Euro.

Bild: Messaufsatz für Schimmelpilzbelastung

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

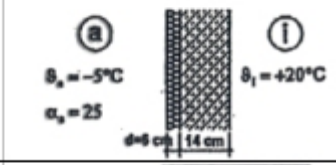
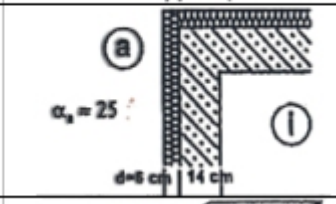
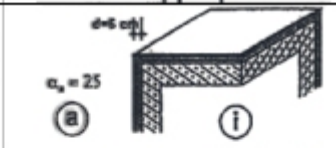
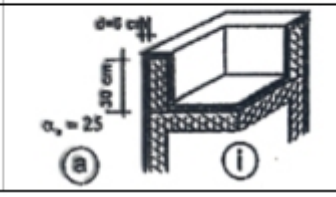
Speziell **trainierte Hunde** können mit ihrer feinen Nase die Quelle der Schimmelbelastung oft besser ermitteln, vor allem, wenn sie hinter der Wand oder im Boden liegt.

Vorbeugung

Die wesentliche Vorbeugung gegen eine zu hohe Schimmelbelastung besteht naturgemäß darin, die **Feuchtigkeit in den Wohnräumen nicht dauerhaft über 80% ansteigen** zu lassen. Dies lässt sich durch eine systematische Lüftung (nähere Informationen im Bereich Gesundes Wohnen > Raumklima), Lüftungsanlage oder aber durch eine Erhöhung der Oberflächentemperaturen an den Innenflächen der Außenwände vermeiden. Die Vorgaben der DIN 4108 fordern, dass die **Oberflächentemperatur** bezogen auf die Außentemperatur von -10 °C maximal 30% unter der Raumtemperatur liegen darf, d.h. die Temperatur sollte **mindestens bei 12,5 °C** liegen.

Bereits Schränke und Vorhänge führen, wie die folgende Übersicht verdeutlicht, zu einer Temperaturabsenkung:

Tabelle: Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit von der Möblierung

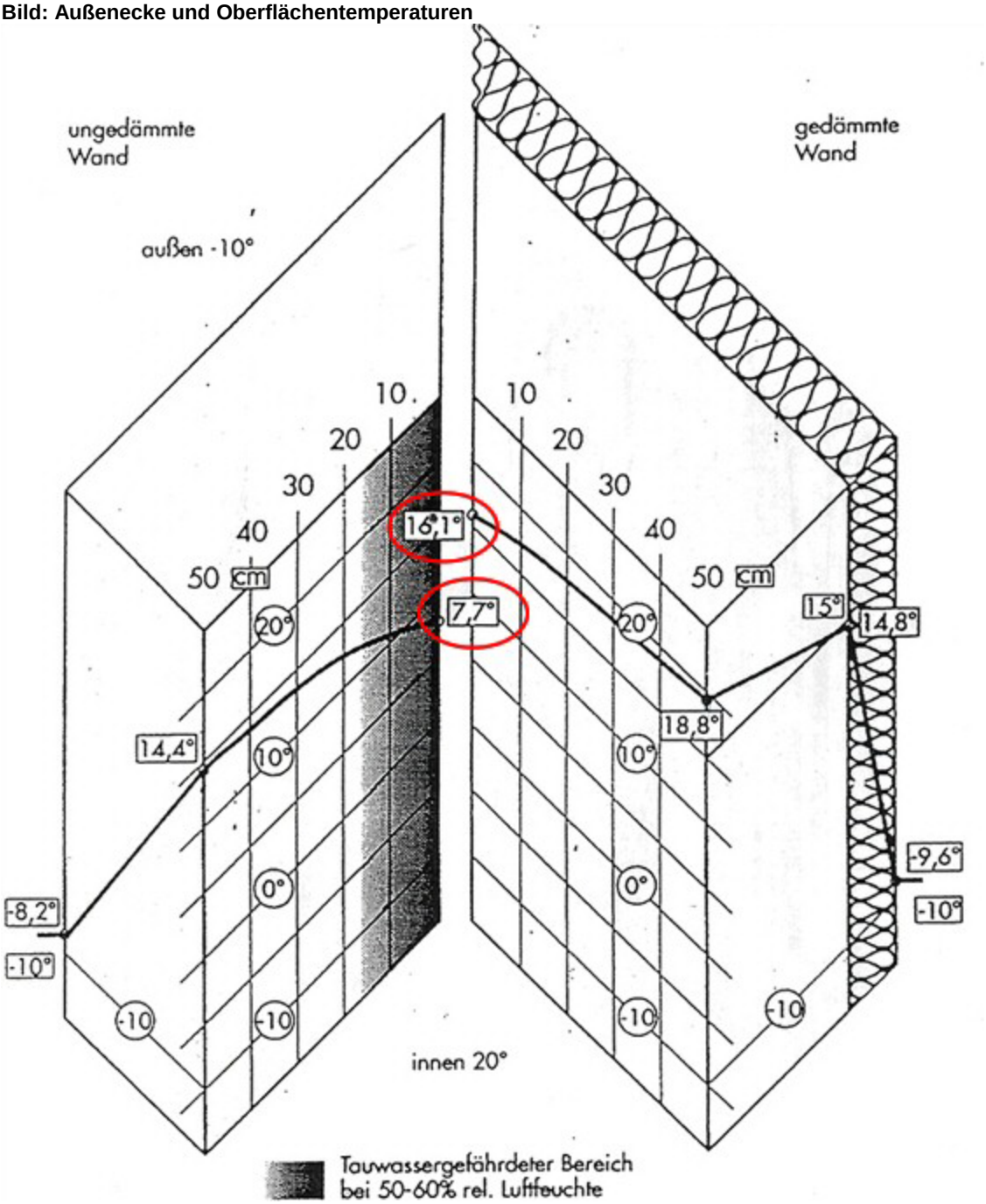
Konstruktion		Oberflächentemperaturen Innen in °C bei einer Außentemperatur von –5 °C und folgender Möblierung			
U = 0,50 W/m²K		Wand mit Einbau-schrank	Wand mit freistehendem Schrank	Wand mit Vorhängen	ungestörte Wand
ungestörte Wand		10,7	14,1	16,6	17,2
Mauerecke (zweidimensi-onale Ecke)		8,5	12,2	15,0	15,7
Mauerecke mit Flachdach (dreidimensio-nale Ecke)		6,3	10,0	13,1	13,9
Mauerecke mit Attika		4,5	8,2	11,4	12,3

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Daraus folgt, dass **Einbauschränke unbedingt eine Hinterlüftung benötigen**, um die sich dort sammelnde Luftfeuchtigkeit abzutransportieren!

Auch in **Außenecken** können die Temperaturen deutlich absinken. Sie benötigen deshalb eine ausreichende Wärmedämmung.

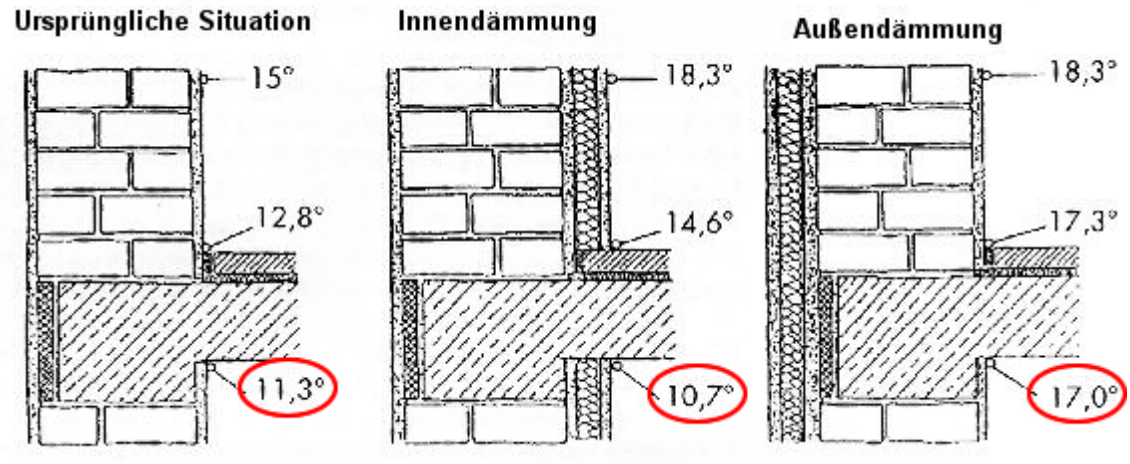
Bild: Außenecke und Oberflächentemperaturen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Prinzipiell ist eine Außendämmung unproblematischer als eine entsprechende **Innendämmung**. Bei einer Innendämmung werden in den meisten Fällen nur die Bauteile gedämmt, die direkt von der Außenluft berührt werden, z.B. Außenwände und Dachflächen. Andere durchgehende Bauteile wie Betondecken, Balken oder massive Innenwände werden häufig vergessen. So werden diese nicht gedämmten Bauteile die kältesten Stellen mit Temperaturen, die den Taupunkt unterschreiten können. An diesen so genannten Wärmebrücken besteht dann die Gefahr der Pilzbildung. Deshalb sollte eine Innendämmung **maximal bis 80 mm** stark sein. Vor allem **die Flanken sind zu beachten** und zusätzlich zu dämmen.

Bild: Innendämmung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Sanierung

Grundvoraussetzung für eine Sanierung ist, dass die Beseitigung der Ursachen, die zum Schimmelpilzwachstum geführt haben, entsprechend den unter dem Stichwort Vorbeugung gemachten Ausführungen gefunden und beseitigt werden.

Sanierungen bei kleinflächigen Belastungen **von weniger 0,4 m²** können auch ohne besondere gesundheitliche Risiken schnell durchgeführt werden. Vielfach wird fälschlicherweise empfohlen, den Schimmel mit Essigwasser zu beseitigen. Schimmelpilze gedeihen bevorzugt im sauren Milieu, sodass eine Behandlung mit **Essigwasser der falsche Ansatz** ist. Besser eignet sich **Wasser oder 80%-iger Ethylalkohol**.

Glatte Flächen wie Metall, Keramik oder Glas können auf diese Weise gut gereinigt werden. Bei porösen Materialien wie Tapeten, Gipskarton, Mauerwerk oder Verschalungen gelingt dies allerdings nicht. Sie müssen ausgebaut und komplett saniert werden. Gleiches gilt für Polstermöbel und Stühle.

Als Vorsichtsmaßnahmen können genannt werden:

- Schimmelpilze **nicht mit bloßen Händen berühren:** Schutzhandschuhe tragen.
- Schimmelpilze nicht einatmen: **Mundschutz tragen**.
- Nach Beendigung der Sanierung **duschen und Kleidung waschen**.

Bei **größerer Belastungen** unbedingt einen **Fachmann konsultieren.** Die Gefährdung bei der Sanierung für den Sanierer wird häufig unterschätzt!

Eine **fachgerechte Sanierung** umfasst folgende Punkte:

1. Analyse des Schimmelpilzes
2. Einschätzung der gesundheitlichen Gefährdung des Schimmelpilzes
3. Einleitung der entsprechenden Schutzmaßnahmen
4. Entfernung der schimmelbefallenen Materialien mit entsprechenden Schutzvorkehrungen
5. Feinreinigung der Räume
6. Zweite Analyse (Erfolgskontrolle der Feinreinigung)
7. Analyse der Feuchteursache
8. Sanierung bzw. Behebung der Feuchteursache
9. Trocknung der Bauteile
10. Wiederherstellen der Wohnsituation

Zur Vorbereitung einer solchen Untersuchung kann es hilfreich sein, die Bausituation mit Hilfe einer Checkliste (pdf, 435 KB) zu erfassen.

Holzschutzmittel

Merkmale

Chemische Holzschutzmittel enthalten Inhaltsstoffe, die das Holz vor Insekten und Pilzbefall schützen und seine Brennbarkeit herabsetzen. Es gibt wasserlösliche und lösemittelhaltige Präparate:

- **Wasserlösliche Holzschutzsalze** werden nur im Hochbaubereich in Tränkungsanlagen eingesetzt. Sie enthalten Chrom- und Borsalze.
- **Lösemittelhaltige Mittel** werden zumeist im handwerklichen Ausbau eingesetzt. Sie enthalten Inhaltsstoffe wie **Pentachlorphenol** (PCP), **Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe** (PAK), **Chlorthalonil**, **Lindan**, **Dichlofluanid** oder **Pyrethroide**.

Quellen

In den 60er und 70er Jahren wurde Holzschutz vergleichsweise sorglos betrieben und in erheblichem Umfang **Gefahrstoffe** in die Umwelt und Wohnräume gebracht. Die Inhaltsstoffe der Holzschutzmittel gefährden einerseits den Schreiner bei der Verarbeitung und andererseits den Endkunden, da die Ausgasung der schädlichen Inhaltsstoffe über mehrere Jahre (in einigen Fällen auch Jahrzehnte) stattfinden kann. Im Innenausbau ergeben sich folgende Belastungsquellen:

Primärbelastungen

- Verkleidungen
- Balken

Das von dem Primärquellen ausgasende Holzschutzmittel reichert sich auch in anderen Einrichtungsgegenständen an, die dann im Laufe der Zeit selbst ausgasen.

Sekundärquellen

- Tapeten
- Textilien
- Polster

Zudem kommt es zu Belastungen aus fehlerhaften Sanierungsversuchen. Denn Holzschutzmittel sind nur dort sinnvoll, wo die Holzsubstanz durch Pilze und Insekten erheblich gefährdet ist und befallenes Holz saniert werden muss. Dies ist allerdings grundsätzlich Aufgabe des Fachmanns. Die DIN 68 800 Teil 4 enthält genaue Vorgaben, welche fachlichen Qualifikationen für die Bekämpfung von Holzschäden durch Holzschutzmittel erforderlich sind.

Entscheidend für die Gefährdung durch Holzschutzmittel ist ihre Fixierung im Holz. Die Inhaltsstoffe sollen im Holz verbleiben und dort schützend wirken. Gelangen die Wirkstoffe in die Umgebung und die Atemluft, wird die Umwelt belastet und die Gesundheit gefährdet.

In den 80er Jahren wurde Pentachlorphenol (PCP) und Lindan verboten. Gleichwohl ist es nicht auszuschließen, dass im Ausland hergestellte Hölzer solche Holzschutzmittel weiterhin enthalten.

Durch die zunehmende Internationalisierung werden heute Hölzer für den Transport verstärkt mit Holzschutzmitteln behandelt. Die Holzschutzmittel werden als Oberflächenschutzeingesetzt, um ein Verstocken der Bohlen zu verhindern. Die Eindringtiefe liegt typischerweise bei 1 - 2 mm, sodass in erster Linie der Verarbeiter betroffen ist. Allerdings erfährt dieser meist nicht automatisch von dieser Vorbehandlung. **Um Belastungen einschätzen zu können, sollte man sich von seinem Lieferanten eine genaue Beschreibung der Behandlung zukommen lassen!**

Grenzwerte

In Innenräumen spielen nur lösemittelhaltige Holzschutzmittel eine Rolle. Dabei gibt es einen Richtwert für **Pentachlorphenol (PCP) von 1 µg/m³**, der mangels anderer Festlegungen meist auch orientierend für die anderen Wirkstoffe herangezogen wird. Im Falle einer Sanierung wird der **Zielwert 0,1 µg/m³** angestrebt, der auch in "unbelasteten" Räumen angetroffen wird.

Krankheitssymptome

Bei organischen Holzschutzmitteln sind folgende **Dosis-Wirkungsbeziehungen** bekannt:

< 0,2 µg/m³	keine Reizung
0,2 - 3,0 µg/m³	Reizung, Beeinträchtigung des Wohlbefinden
3,0 - 25 µg/m³	Kopfschmerzen
> 25 µg/m³	neurotoxische Wirkung

Im Bezug auf die einzelnen Wirkstoffe sind folgende **Gesundheitsrisiken** bekannt:

PCP	Starkes Breitband-Gift für Mikroorganismen, Pflanzen, Insekten und Fische. PCP wird über den Magen-Darmtrakt, die Atmungsorgane und vor allem über die Haut aufgenommen. Beim Menschen können lang anhaltende Belastungen zu Hauterkrankungen, Leberstörungen und einer Schwächung des Immunsystems führen. Betroffene klagen außerdem über Kopfschmerzen, Müdigkeit und Schlafstörungen. PCP ist Krebs erzeugend.
Lindan	Schon etwa drei Gramm dieses Wirkstoffs reichen aus, um eine Tonne Heuschrecken zu töten. Die Giftigkeit für den Menschen ist umstritten und zum Teil noch unerforscht. Beobachtet werden in erster Linie Schädigungen des Nervensystems.
Chlornaphtaline	In hohen Konzentrationen reizend. Symptome sind tränende Augen, Reizungen der Nasenschleimhaut, Kratzen im Hals, entzündliche Erkrankungen der oberen Atemwege, vereinzelt vorübergehende Störung des Geruchsinns, Kopfschmerzen, Benommenheits- und Taubheitsgefühle. Vor allem bei lang anhaltender Belastung können diese Stoffe eine Chlorakne hervorrufen.
Endosulfan	Hohe akute Giftigkeit, besonders beim Einatmen (Inhalation). Mögliche Auswirkungen einer Endosulfanvergiftung sind Kopfschmerzen, Benommenheit, Desorientierung, Störung der Bewegungskoordination sowie Schäden an Haut, Augen, Atemwegen und Schleimhäuten, Krämpfe, Erbrechen und Durchfall. In Tierversuchen traten als langfristige Folgen bei chronischer Belastung Schädigungen der roten Blutkörperchen, der Nieren und des zentralen Nervensystems auf. Es gibt Verdachtsmomente auf eine fruchtschädigende Wirkung.
Karbolineum	Stark krebserzeugende Wirkung

Messmöglichkeiten

Organische Holzschutzmittel können durch die Auswertung von **Staubanalysen nicht eindeutig** identifiziert werden. Es bedarf der chemischen Analyse von Holzproben, um über das Vorkommen von Holzschutzmitteln und deren Herkunft eine eindeutige Aussage zu machen.

Vorbeugung

In Innenräume kann heute nach dem Stand der Technik **auf chemische Holzschutzmittel verzichtet** werden. Konstruktive Holzschutzmaßnahmen ermöglichen es, eine Gefährdung des Holzes auch so weitgehend zu vermeiden.

Bei **Fenstern und Außenbauteilen** ist die Gefährdung des Holzes durch tierische oder pflanzliche Schädlinge deutlich höher. Hier werden durch die **DIN 68800-3 Vorgaben** gemacht, in welcher Form ein besonderer Holzschutz erforderlich ist. Nähere Informationen dazu können im Bereich Schreiner > Materialien > Holzschutz nachgelesen werden. Durch konstruktive Maßnahmen und eine geeignete Auswahl des Holzes kann die Gefährdung verringert und der Einsatz von Holzschutzmitteln minimiert werden.

Sanierung

Falls festgestellt wird, dass eine Sanierung erforderlich ist, sollten die betroffenen Verkleidungen und Balkenteile soweit wie möglich entfernt werden. Auch die **Sekundärquellen sind zu entfernen**, denn sie tragen selbst zu einer Belastung des Raumes bei.

Holzteilen, die nicht entfernt werden können, können auch **maskiert werden**. Damit ist ein Schutzanstrich gemeint, der weitestgehend dampfdicht ist und das Entgasen der Holzschutzmittel in den Raum verhindert. Er basiert auf ungefährlichen Stoffen wie Schelllack und Ethanol. Den gleichen Effekt können auch **aluminiumbeschichtete Folien** erzielen, die vollflächig und dicht die betroffenen Holzbalken abdecken müssen.

Der Einsatz von **PUR-Lacken** hingegen ist nicht zu empfehlen. Bei PCP-Belastung kann es durch einen erneuten Anstrich mit lösemittelhaltigen PUR-Lacken zu Aktivierung der PCP-Moleküle kommen, die sich im Lösemittel lösen.

Lösemittel

Merkmale

Als Lösemittel werden außer Wasser vor allem organische Verbindungen (Kohlenwasserstoffe, organische Lösemittel) verwendet. Sie lösen z.B. Fette, Öle, Wachse, Harze und Kunststoffe. Sie sorgen für die Streichfähigkeit der Beschichtungsstoffe und verdunsten nach dem Auftragen. Außerdem werden mit Lösemitteln die Beschichtungsstoffe auf Verarbeitungsviskosität eingestellt. Hohe Konzentrationen sind durch einen stechenden Geruch erkennbar. Ihre Siedetemperatur liegt unter 200 °C.

Organische Lösemittel können aus natürlichen Rohstoffen gewonnen (z.B. Terpentinöl) oder chemisch aus Erdölen erzeugt werden (z.B. Nitroverdünnung). Sie gehören zu der Gesamtgruppe der **flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)** und belasten die Gesundheit der Verarbeiter und Verbraucher. Zudem fördern sie die **Bildung von Ozon (Sommersmog).**

Quellen

Man unterscheidet vorübergehende VOC-Quellen (z.B. Raumluftsprays oder lösemittelhaltige Filzstifte), die sich leicht durch Lüften beseitigen lassen, und dauerhafte VOC-Quellen (z.B. Bodenbeläge), die noch über Jahre hinweg belastend sein können.

Für die Verarbeitung im Schreinerhandwerk spielen vorrangig Oberflächenmittel eine Rolle. Je nach Klassifizierung enthalten Sie folgende Lösemittelanteile:

Tabelle: Übersicht Oberflächenmaterialien und deren Lösemittelgehalte

Beschichtungsstoff	Anteil organischer Lösemittel
Dispersionsfarben	1,5 - 2 %
Lösemittelfreie Dispersionsfarben	weniger als 0,8 %
Lackfarben mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel"	bis 10 %
Konventioneller Alkydharzlack	30 - 35 %
Öle und Wachse	0 - 50 %
Konventionelle PUR-Lacke	70 - 75 %
Nitrolacke	78 %
Lösemittelbeizen	98%
Wasserlacke	7 - 9 %

Außer Farben und Lacken enthalten folgende Produkte erhebliche Anteile an organischen Lösemitteln:

- Klebstoffe
- Dichtungsmasse
- Verdünnung
- Bürochemikalien
- Reinigungsmittel
- Sprays

Raumgrenzwerte

Es gibt keine gesetzlichen Grenzwerte für die Belastung in Innenräumen. Im Rahmen einer repräsentativen Messung in knapp 500 Haushalten ergab sich **eine durchschnittliche Belastung von 400 µg/m³** an organischen Lösemitteln in der Luft. Dies kann als Richtwert für die typische Belastung gelten. Ab einer Raumkonzentration von **5000 µg/m³** wird eine **Sanierung** empfohlen.

Das Umweltbundesamt hat zur Vergabe des "Blauen Engels" für emissionsarme Möbel folgende Vorgaben definiert:

- 300 µg/m³ für **flächigen Teile**
- 600 µg/m³ für **dreidimensionale Teile**.

Krankheitssymptome

Viele Belastungen in Innenräumen entstehen durch das Einatmen verdunstender Lösemittel. Bei entsprechenden Belastungen können folgende Krankheitssymptome auftreten:

- Unwohlsein
- Kopfschmerzen
- Bronchialerkrankungen
- Schleimhautreizungen
- Schwindelgefühl
- Nervenreizungen
- Sprech- und Sehstörungen
- Gleichgewichtsstörungen
- Leber- und Nierenschäden bei Langzeitbelastung
- Benommenheit

Lösemittel setzen sich aus sehr vielen verschiedenen Bestandteilen zusammen, deren Gefährdung sehr unterschiedlich ausgeprägt ist:

Aromatische Kohlenwasserstoffe	Sind sowohl akut als auch chronisch giftig und zum Teil Krebs erzeugend. Vor allem von Benzol ist bekannt, dass es Leukämie verursachen kann. Auch Naphthalin steht unter dem Verdacht, Krebs auszulösen.
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	Sind akut und chronisch giftig. Sie können unter anderem die Schleimhäute reizen, Übelkeit hervorrufen und das Nervensystem schädigen.
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	Sind stark akut und chronisch giftig. Sie wirken betäubend, Leber und Nieren schädigend, zum Teil Krebs erzeugend.
Alkene	Sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe, die vor allem bei hohen Belastungen betäubend wirken können. Zum Teil reizen sie die Schleimhäute.
Alkohole, Ester und Ketone	Können bei sehr hohen Konzentrationen betäubende Wirkungen haben und Schleimhautreizungen hervorrufen.
Glykolverbindungen	Reizen Haut und Schleimhäute. Bei einigen Substanzen dieser Gruppe muss ein Gesundheitsrisiko für ungeborene Kinder angenommen werden. Dazu gehören Ethylglykol, Ethylglykolacetat, Methylglykolacetat und Methylglykol. Diese können auch Hoden und Knochenmark schädigen.
Terpene	Sind Bestandteil des Terpentinöls, das häufig in biologischen Lacken zum Einsatz kommt. Terpentinöl gilt als reizend und kann Allergien auslösen. Es enthält häufig auch Delta-3-Caren, das Hautekzeme erzeugen kann und im Verdacht steht, Krebs auslösend zu wirken.

Wasser als Lösemittel hat hingegen keine gesundheitlich negativen Auswirkungen.
Es ist in vielerlei Hinsicht der ideale Ersatzstoff!

Messmöglichkeiten

Die Messung der Belastung eines Raumes mit organischen Lösemitteln wird durch Luftprobensammler vorgenommen. Diese werden über einen Zeitraum von mehreren Stunden im Raum aufgehängt und anschließend in einem Labor ausgewertet. Eine solche Messung kostet rund 140 Euro.

Bild: Luftsammler zur Messung organischer Lösemittel

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Vorbeugung

Natürlich ist es am besten, wenn erst gar keine Lösemittel zum Einsatz kommen. Dies entlastet die Umwelt, den Verarbeiter und den Kunden. Gleichwohl gibt es aufgrund von Kundenwünschen Situationen, wo auf herkömmliche Lacksysteme nicht verzichtet werden kann, z.B. wenn eine ausreichende Haltbarkeit gewährleistet werden soll. **Insbesondere in den Bereichen**

- **Fensterbau**
- **Außenbauteile**
- **Treppenbau**
- **Fußböden**

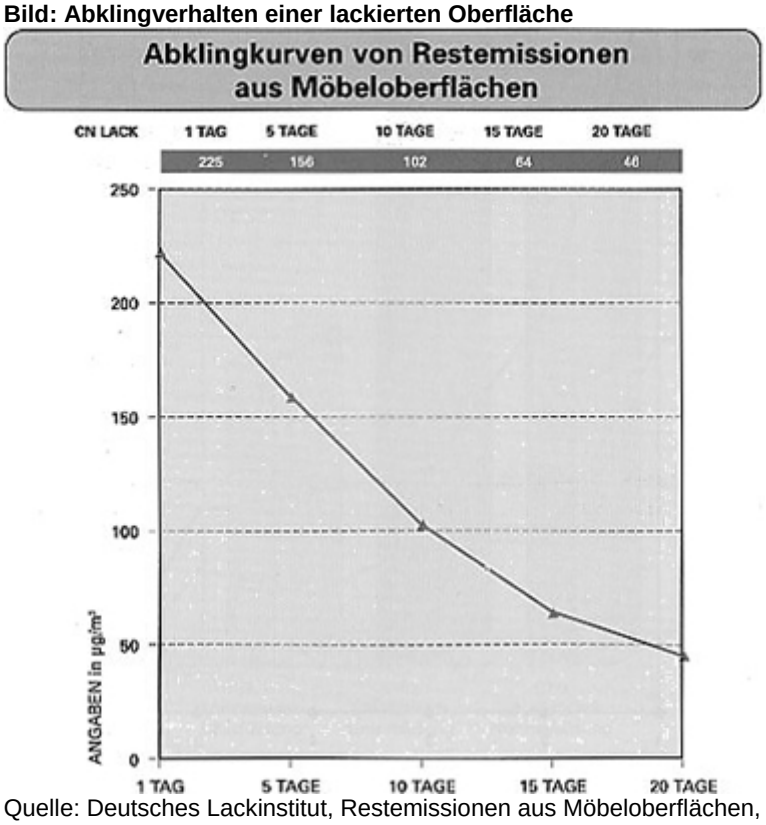
kann meist auf wasserbasierende Systeme ausgewichen werden, ohne dass es zu Qualitätseinbußen kommt.

Einige der oben genannten Lösemittel werden durch gesetzliche Regelungen bzw. Selbstverpflichtung der Lackhersteller inzwischen nicht mehr verwendet. Bei den heute gebräuchlichen Lacken und Ölen gibt es noch erhebliche Unterschiede, was Art und Menge der Lösemittel betrifft. Bei Ölen werden die Terpentinöle zunehmend durch Lösemittel aus der Kosmetikbranche ersetzt, deren gesundheitsgefährdende Wirkung verhältnismäßig gut erforscht ist.

In jedem Fall ist es erforderlich, sich die **Sicherheitsdatenblätter** für alle verarbeiteten Lacke und Oberflächenmaterialien vom Hersteller geben zu lassen. Dort sind Angaben zu finden, ob und in welchem Umfang Lösemittel verwendet werden und welche Gefährdung von ihnen ausgeht.

Auch beim Einsatz herkömmlicher Lacke kann man durch die Verarbeitung einiges dazu beitragen, die Belastung beim Kunden so gering wie möglich zu halten. Lösemittel verdunsten nach Auftragen auf der Oberfläche unterschiedlich schnell. Wenn die lackierten Teile direkt nach der Verarbeitung beim Kunden eingebaut werden, ist die Belastung noch vergleichsweise hoch.

Bild: Abklingverhalten einer lackierten Oberfläche



Quelle: Deutsches Lackinstitut, Restemissionen aus Möbeloberflächen, S. 29

Es sollte mindestens ein **Zeitraum von 2 bis 3 Tagen** vergehen, bevor frisch lackierte Teile auf der Baustelle eingebaut werden.

Dies gilt auch für biologische Öle. Deren Lösemittel verdunsten deutlich langsamer als konventionelle Lösemittel, sodass sie noch einige Wochen nach dem Auftragen wahrgenommen werden. Insbesondere wenn kein Luftaustausch möglich ist, können die Öle nicht ausreichend aushärten. Da Schrankinnenwände nur ungenügend belüftet werden können, wird davon abgeraten, sie mit Ölen zu behandeln. Stattdessen sollten sie mit umweltschonenden Wachsen behandelt werden.

Sanierung

Lösemittelhaltige Klebstoffe können über eine sehr lange Zeit in den Raum ausgasen. Gerade bei Teppichen kann das ein Problem sein. Hier hilft nur ein Ausbau einschließlich Abtragen des Klebers.

Bei den typischen vom Schreiner hergestellten Produkten sind Lösemittel keine Dauererscheinung, sondern verdunsten im Laufe der Aushärtung der eingesetzten **Oberflächenmaterialien**. Durch **verstärkte Lüftung** wird dieser Prozess beschleunigt. Die Lösemittel verdunsten in die Umgebungsluft und belasten nicht mehr die Gesundheit der Bewohner.

Raumklima

Behaglichkeit

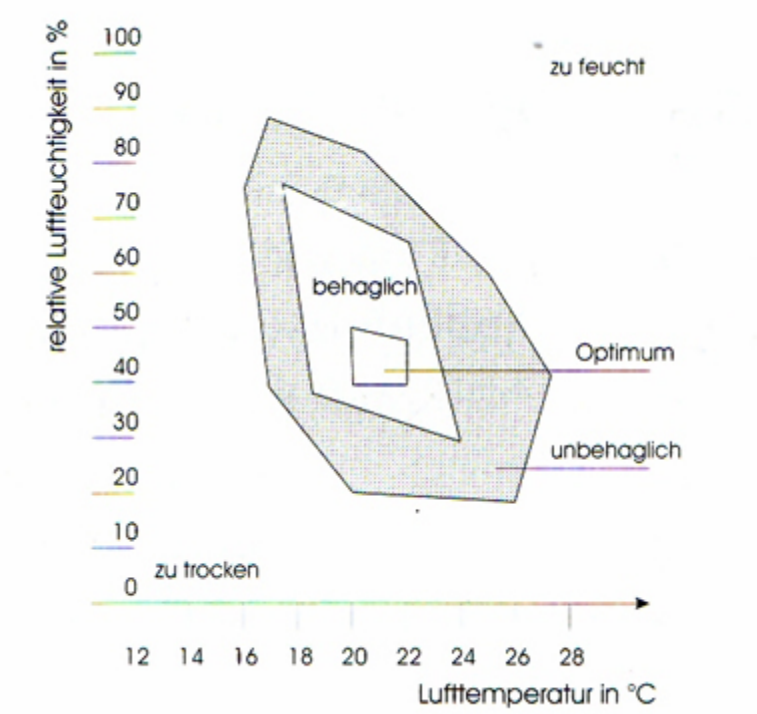
Die Behaglichkeit eines Raumes wird im Wesentlichen durch seine

- **Gestaltung**
- **Farben**
- **Beleuchtung**
- **Raumklima**

beeinflusst. Das Schreinerhandwerk ist ein gestaltendes Handwerk. Die Kunden werden zunehmend individueller und wollen sich ein ihrem Geschmack entsprechendes Wohnumfeld schaffen, in dem sie sich zurückziehen und wohl fühlen können. **Insofern hat Gestaltung sehr viel mit gesundem Wohnen zu tun**. **Feng-Shui ist** ein guter Ansatz, eigene Vorstellungen zu überprüfen und dem Kunden neue Gestaltungsideen zu präsentieren.

In technischer Hinsicht wird die Behaglichkeit eines Raumes von der Lufttemperatur und seiner relativen Luftfeuchtigkeit bestimmt. Bei einer **Lufttemperatur von 20 °C** fühlt sich der Mensch am wohlsten, wenn die **relative Luftfeuchtigkeit** zwischen **40 und 60%** liegt. Der ganze Bereich der Behaglichkeit kann aus dem folgenden Diagramm entnommen werden.

Diagramm: Behaglichkeitszone



Quelle: Verband Fenster und Fassade, Lüftung von Wohngebäuden, ES.05, 2004, S. 9

Verschiedene Studien belegen, dass Holz erheblich zur Vergleichmäßigung des Raumklimas beiträgt. Sind Holzoberflächen sehr **diffusionsoffen** behandelt (z.B. Balsamwachs), so puffern sie kurzfristige Schwankungen der Luftfeuchte und tragen entscheidend zur Behaglichkeit eines Raumes bei.

Für die Raumtemperaturen werden folgende Empfehlungen gegeben:

Tabelle: Behagliche Raumtemperaturen

Raumart	Temperaturen in °C
Wohnzimmer	20 - 23
Schlafzimmer	17 - 20
Küche	18 - 20
Bad	20 - 23
WC	16 - 19
Flur	18 - 20

Quelle: Bundesgesundheitsblatt, 2/93

Die Behaglichkeit hängt auch von den umgebenden Materialien ab. **Bei "kalten" Materialien benötigt man eine deutliche höhere Temperatur, um das gleiche Wärmeempfinden zu haben.**

Tabelle: Komforttemperaturen unterschiedlicher Fußbodenmaterialien

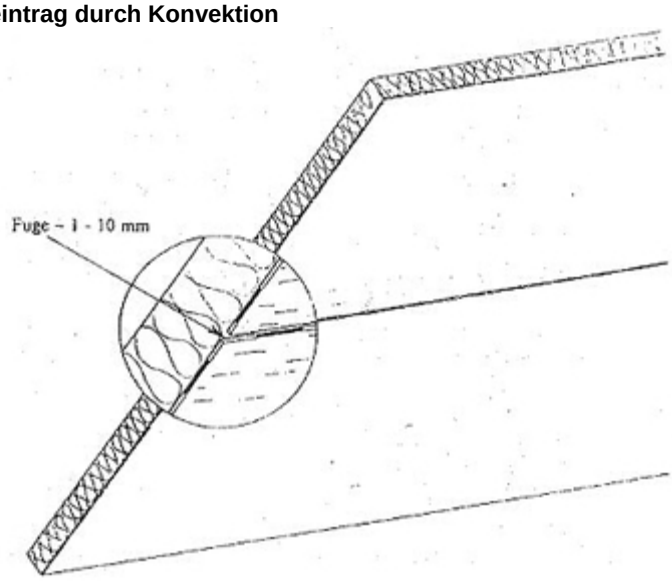
Material	Komforttemperatur nach 10 Minuten in °C
Wollteppich	24,5
Holz	25,5
Kork	26,0
Eichendielen	26,0
Beton	27,0
PVC	27,5
Marmor	29,0

Quelle: Wohngesundheit, Arbeitsgemeinschaft Holz, 1998, S. 8

Luftdichtheit

Die immer größeren Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäude führen dazu, dass Lüftungswärmeverluste an Bedeutung gewinnen. Es ergibt sich eine Zuspitzung des Wärmestroms auf die Wärmebrücken und auf undichte Bereiche der Gebäudehülle. Die Luftdichtheit hat erhebliche Auswirkungen auf das Eindringen von **Kaltluft (Zugerscheinungen)** und damit auch auf den **Feuchteeintrag in die Gebäudekonstruktion**. Durch die Konvektion können größere Feuchtemengen transportiert werden wie durch die Diffusion. Wie die folgende Übersicht darstellt, ergeben sich daraus erhebliche Kondensationsmengen an Raumfeuchte, die zu einer Auffeuchtung in der Wand führen und **Schimmelbildung und Gebäudeschäden** begünstigen. Die Auffeuchtung durch **Konvektion** ist wesentlich größer als der Feuchteeintrag durch **diffusionsoffen**.

Bild: Feuchteeintrag durch Konvektion



Beispieldach: 6 * 10 m mit einer Querfuge (10 m)

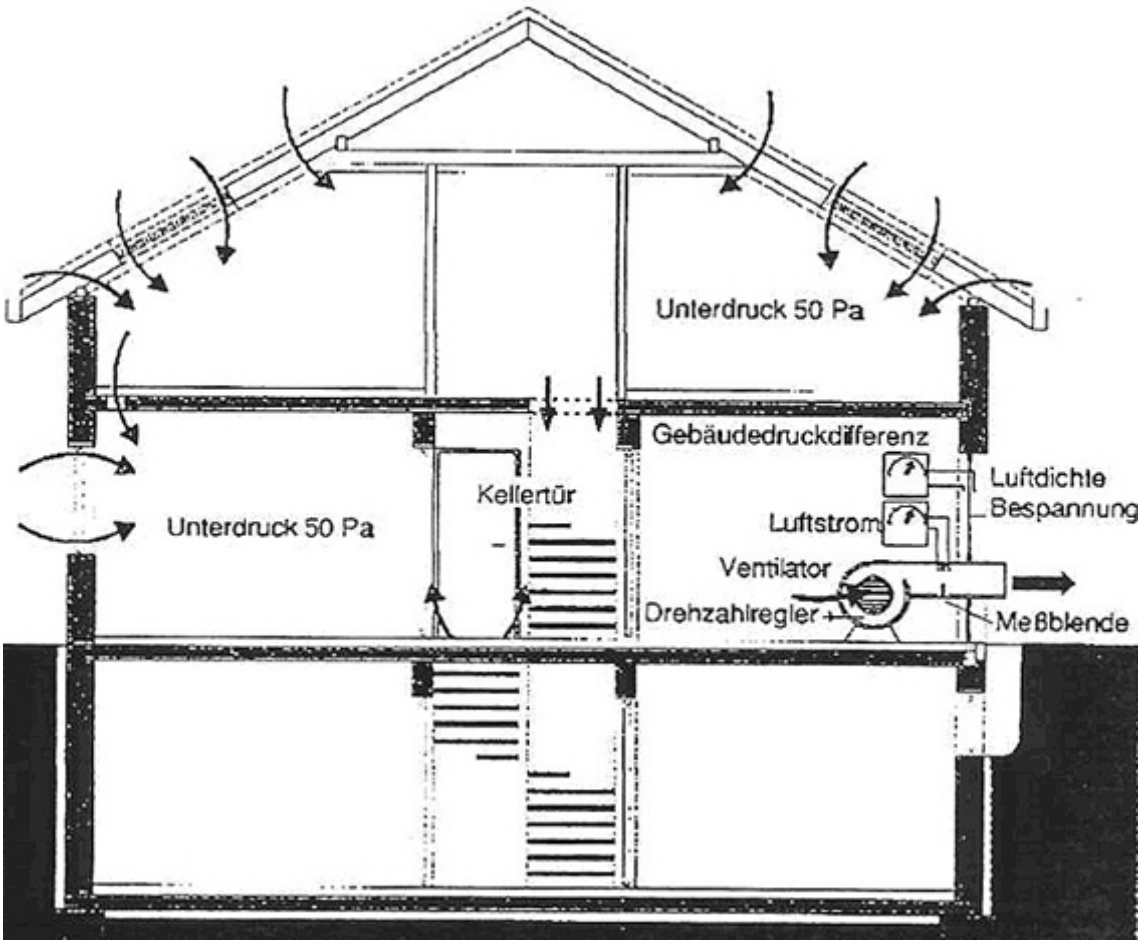
Stündlicher Wasserdampftransport durch Diffusion und Fugenströmung (Konvektion)

	DIFFUSION		KONVEKTION		
	Mittel	Stark	Mittel	Stark	
	Δ Wd = 4 g/m³	Δ Wd = 8 g/m³	Δ p = 5 Pa	Δ p = 20 Pa	
	[g / h]	[g / h]	[g / h]	[g / h]	
Diffusionsoffen sd = 1 m	20	40	100	350	Fugenbreite 1 mm
Diffusionsbremsend sd = 10 m	2	4	200	700	Fugenbreite 3 mm
Diffusionsdicht sd = 100 m	0,2	0,4	300	1100	Fugenbreite 10 mm

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Deshalb wird unbedingt empfohlen, bei Neubauten und umfangreichen Sanierungen einen **Luftdichtigkeitstest** (Blower-Door-Test) durchführen zu lassen. Er kostet zwischen 300 und 400 Euro, was in keinem Verhältnis zu den langfristigen Risiken steht. Beim Blower-Door-Test wird ein Ventilator in die Haustür eingebaut, der Luft aus dem Gebäude mit einem konstanten Unterdruck von 50 Pa zieht. Dabei wird gemessen, wie viel Luft von außen in das Gebäude in einer Stunde einströmt (Luftwechselzahl).

Bild: Blower-Door-Test



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

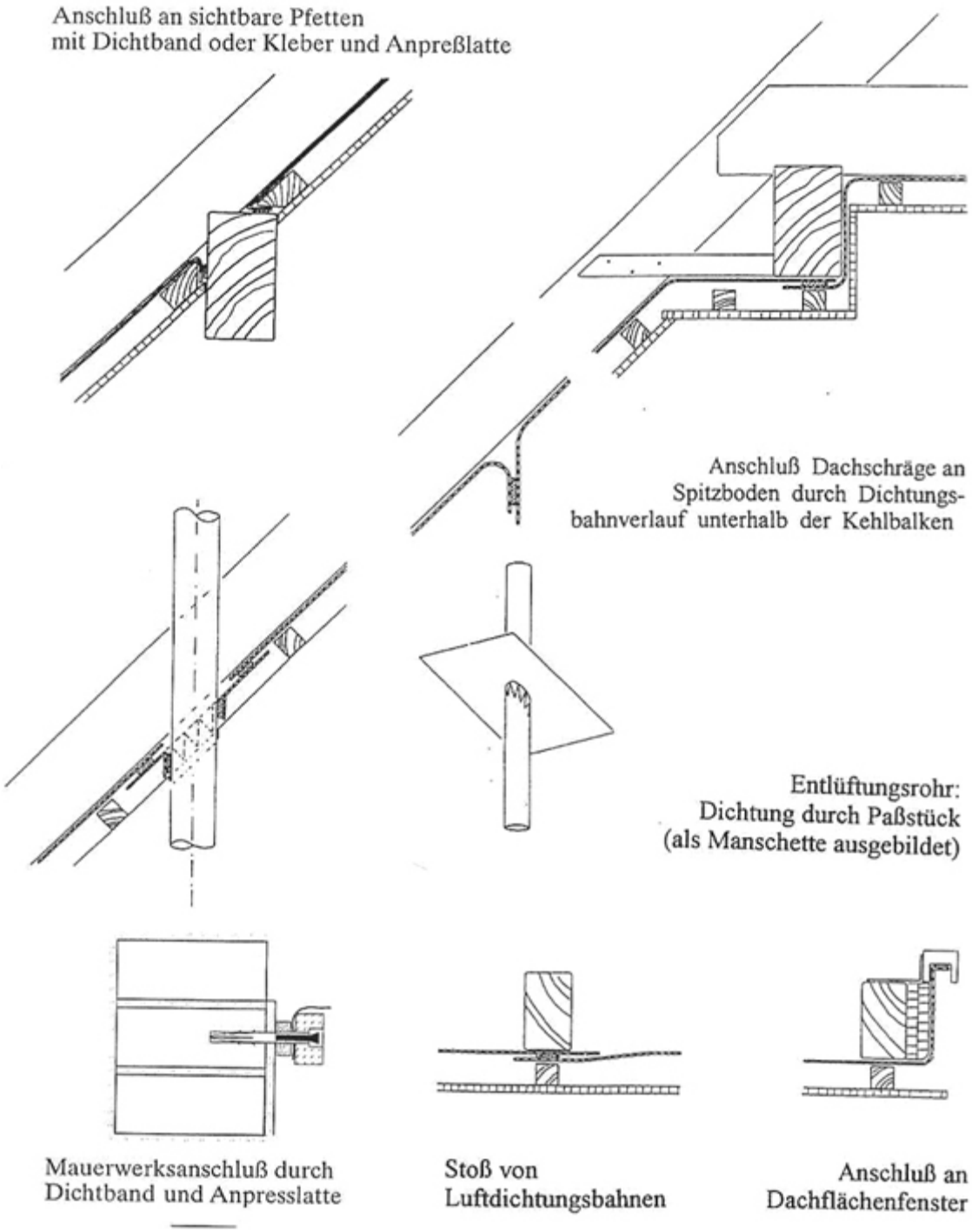
Die **Energieeinsparverordnung** fordert, dass bei einem solchen Test Gebäude mit natürlicher Lüftung eine Luftwechselzahl von 3,0 und Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen von 1,5 unterschreiten müssen. **Luftdichte Gebäude sollten dabei eine Luftwechselzahl von weniger als 1,0 erreichen, d.h. in einer Stunde wird das komplette Luftvolumen des Raumes einmal ausgetauscht**. Durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle erhöht sich die Luftwechselrate. Punktuell entsteht Zugluft und die Energieverluste steigen deutlich an. **Luftdichtheit ist Voraussetzung für ein gutes Raumklima**.

Bei der Blower-Door-Messung können durch Rauchgeber gezielt **typische Schwachstellen** im Gebäude festgestellt werden:

- Rohrdurchdringungen
- Leitungen
- Steckdosen
- Fensterumrandung
- Mauervorsprünge
- Balkendurchdringungen

Die folgende Darstellung zeigt, in welcher Form derartige Schwachstellen abgedichtet werden können.

Bild: Abdichten von Schwachstellen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Lüftung

Natürlich muss auch jedes luftdichte Gebäude belüftet werden. Dies muss jedoch systematisch und kontrolliert erfolgen und **nicht über Luftundichtigkeiten**. Dabei müssen die Raumfeuchte, chemische Verunreinigungen und biologische Schadstoffe nach außen transportiert werden, um eine **ausreichende Lufthygiene** zu gewährleisten.

Durch seine Aktivitäten setzt der Mensch kontinuierlich Wasserdampf frei. Ein 3-Personen-Haushalt gibt etwa 6 bis 12 Liter Wasser pro Tag an die Raumluft ab. Dies erfolgt nicht gleichmäßig über alle Räume hinweg, sondern schwerpunktmäßig in den Bereichen:

- **Toiletten und Bäder**
- **Schlafzimmer**
- **Küche**
- aber auch durch **Zimmerpflanzen** und **Aquarien**

Insbesondere in der Bauphase werden erhebliche Wassermengen in die Gebäudekonstruktion gebracht. In einem Einfamilienhaus, errichtet aus Mauerwerk mit Betonfundament und Betondecke mit Fliesestrich, werden zwischen 10 000 und 15 000 Liter Wasser verwendet. Diese enorme Menge Feuchtigkeit muss aus dem Bauwerk herausgelüftet werden. Bei einem Holzhaus kommt es nicht zu solchen Durchfeuchtungen. Gleichwohl gibt jedes Gebäude innerhalb der **ersten 3 Jahre** erhebliche Mengen an **Schadstoffen** ab, die während der Bauphase in das Gebäude gebracht wurden.

Freie Lüftung

Der Luftwechsel kann über freie Lüftung oder raumlufttechnische Anlagen erfolgen. Die Möglichkeiten der freien Lüftung gliedern sich in:

- geöffnete Fenster
- im Fenster integrierte Lüftungseinrichtungen
- dezentrale, in der Außenfassade integrierte Lüftungseinrichtungen
- Schachtlüftungen

Die optimale Lüftung bei einfacher Fensterlüftung hängt von der Jahreszeit ab. Kühlere Außenluft enthält weniger Feuchtigkeit als warme Raumluft. Im Winter kommt es wegen der großen Temperaturunterschiede zu einem schnellen Luftaustausch. Als Anhaltspunkte für **Lüftungszeiten** bei komplett geöffneten Fenster kann gelten:

Dezember bis Februar	5 Minuten
März und November	10 Minuten
April, Mai, September, Oktober	15 Minuten

Im Vergleich zu anderen Räumen weisen Schlafräume die höchste relative Luftfeuchte auf. Damit verbunden steigt die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Eine **Dauerkippstellung** der Fenster führt zu erheblicher **Auskühlung**. Wenn dann noch die Türen in der Wohnung geöffnet sind, strömt warme, feuchte Luft aus anderen Räumen z. B. der Küche nach und **verschlechtert die Feuchtebelastung** im Schlafzimmer. Deshalb **immer Stoßlüften** und keine Dauerlüftung bei offenen Innentüren!

Broschüre des Bundesverbands zum Thema "Lüften" (pdf, 37 KB)

Eine komfortable Lösung stellt die Möglichkeit dar, über eine **motorische Steuerung** die Fenster in eine Lüftungsstellung zu bringen, damit ein ausreichender Luftaustausch gewährleistet wird.

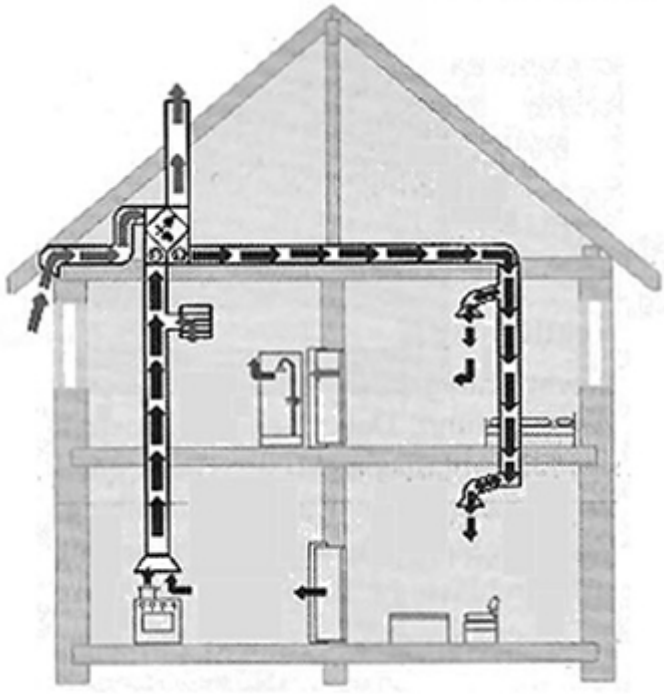
Zunehmend Bedeutung erhalten **integrierte Lüftungseinrichtungen** in Fenstern oder Außenfassaden. Diese so genannten ALDs (Außen Luft Durchlass) bieten folgende Vorteile:

- Sie sind nachrüstbar (unter, über oder seitlich vom Fenster oder können in das Fenster integriert werden)
- Die Luftmenge lässt sich fein regulieren, sodass Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert werden
- Sie können mit Insekten oder Pollenfilter ausgerüstet werden
- Der Einbruchschutz bleibt erhalten

Raumlufttechnische Anlagen

Bei raumlufttechnischen Anlagen wird durch einen oder mehrere Ventilatoren in Abhängigkeit von der Regelungsgröße Luftfeuchtigkeit ein ausreichender Luftaustausch sichergestellt. Bei Zu- und Abluftanlagen können **Wärmetauscher** eingebunden werden, um die Wärme der abgesaugten Luft für die Zuluft zu nutzen. Damit werden die **lüftungstechnischen Wärmeverluste deutlich verringert**. Derartige Lüftungsanlagen bedürfen einer **fachgerechten Planung** sowie einer geregelten **Pflege und Wartung**, damit sie kein zusätzliches Gesundheitsrisiko für die Bewohner darstellen.

Bild: Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



Quelle: Verband Fenster und Fassade, Lüftung von Wohngebäuden, ES.05, S. 16

Produktinformation

Die klassischen Leistungen des Schreiners sind Beratung, Planung und Konstruktion. Die **Beratung** ist gerade für den Kunden der **wichtigste Aspekt**, wenn es um die Kaufentscheidung bei einem Handwerker geht. Hier kann sich der **Schreiner differenzieren** von den vielfältigen Schnäppchenangeboten des Handels. Es tauchen Fragen nach der Konstruktion, dem Aufbau, aber auch immer mehr nach **gesundheitlichen Aspekten** auf. Fragen nach dem Formaldehydgehalt, der Lackzusammensetzung und der Herkunft des verarbeiteten Holzes werden gestellt. Hier muss der Schreiner **Kompetenz beweisen** und den Kunden angemessen informieren.

Auf dem Markt sind eine **Vielzahl von Zeichen** zu finden, die ein Produkt z.B. als besonders umweltschonend hergestellt deklarieren. Die Möbelbranche hat diesen Trend erkannt und setzt auf verbesserte Produktinformationen im Verkauf. Auch der Schreiner entscheidet bereits beim **Einkauf** seiner Materialien über die **Nachhaltigkeit seines Produktes**. Hier kann er zum Teil auf Materialien mit Qualitätszeichen zurückgreifen, die auch auf sein Produkt "ausstrahlen". Aber auch wenn er seine Produkte nicht mit einem aufwändigen Zertifikat versehen kann, hat er viele Möglichkeiten, vergleichbare Nachweise für einen nachhaltigen Qualitätsanspruch zu erbringen.

Qualitätszeichen

Für Serienprodukte im Handel gibt es inzwischen einige umweltbezogene Qualitätszeichen, die dem Verbraucher **Sicherheit bieten, schadstoffarme und nachhaltig hergestellte Produkte zu erwerben**. Auch wenn es für die individuelle Fertigung des Schreiners in der Regel nicht sinnvoll sein dürfte, sich einem Zertifizierungsverfahren für seine Produkte zu unterziehen, kann er sich jedoch an dem Qualitätsniveau orientieren, dass der Handel den Verbrauchern zusichern kann. **Der Qualitätsanspruch des Schreiners sollte dem des Handels nicht zurückstehen.**

Das Goldene M

Das goldene M steht für das RAL-Gütezeichen für Möbel der Deutschen Gütegemeinschaft Möbel (DGM). Produkte, die mit dem "Goldenen M" ausgezeichnet sind, sind auf ihre Qualität und auf gesundheitsschädliche Substanzen geprüft worden. Über 100 Mitglieder der DGM haben sich freiwillig dazu verpflichtet die Anforderungen im Qualitätssystem RAL einzuhalten. Das Gütezeichen wird für Küchen- und Badmöbel, Schlaf- und Wohnzimmermöbel, Kinder-, Jugend-, Außen- und Schulmöbel sowie Polstermöbel vergeben. Die Tests beinhalten folgende Prüfungen:

- Haltbarkeit
- Stabilität
- Fertigungsqualität
- Lichtechtheit
- Reibechtheit (je nach Möbelart)
- Schadstoffe

Das Zeichen können Mitglieder der Gütegemeinschaft Möbel (DGM) erwerben.

Der Blaue Engel "Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen RAL-UZ 38"

Der Blaue Engel (RAL-ZU 38) ist das Umweltzeichen des Umweltbundesamtes und wird mit dem RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung) für verschiedene Produktgruppen vergeben z. B. Möbel und Holzwerkstoffe. In der Gruppe Möbel gelten für den Blauen Engel die gleichen Anforderungen wie für das "Goldene M". Der blaue Engel kennzeichnet emissionsarme Produkte. Er wird für Produkte vergeben, die:

- keine Beschichtungsstoffe enthalten, die krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend sind und im Gebrauch keine Isocyanate oder Phenole ausdünsten,
- mit Lacken behandelt sind, die
  - bei ebenen flächigen Teilen
    max. einen Lösemittelgehalt von 250 g/l
  - bei dreidimensionalen Oberflächen
    einen max. Lösemittelgehalt von 420 g/l
  nicht überschreiten,
- mit Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft produziert werden,
- bei deren Herstellung keine Fungizide, Flammschutzmittel oder halogenorganische Verbindungen verwenden,
- den Emissionswert von 0,05 ppm Formaldehyd nicht überschreiten(unterschreitet den gültigen Raumgrenzwert von 0,1 ppm um 50 %),
- dem Kunden Hinweise auf Verschleißteile und deren Reparatur oder Austausch

geben und einen entsprechenden Service bis 5 Jahren sicherstellen,
- Angaben machen zur Art und Herkunft des überwiegend verwendeten Holzes machen wie auch zu den sonstigen Werkstoffen,
- Hinweise zur Demontage für den Umzug und spätere Materialverwertung geben.

Das Antragsverfahren für entsprechende Möbel wird über das RAL in St. Augustin abgewickelt.

LGA-Schadstoffgeprüft

Dieses Zertifikat zeichnet Möbel aus, die emissions- und schadstoffgeprüft sind. Das Zeichen wird vom Möbelprüfinstitut der Landesgewerbeanstalt Bayern vergeben. Für dessen Vergabe müssen folgende Prüfkriterien erfüllt werden:

- Formaldehydemissionen < 0,05 ppm
- Begrenzung der VOC (z.B. Phenol, Toluol)
- Festgelegte Grenzwerte für die Emission kanzerogener, mutagener und reproduktionstoxischer Stoffe
- Begrenzung des Gehaltes von Schwermetallen
- Begrenzung des Gehaltes von Holzschutzmitteln auf 3 mg/kg sowie des Gehaltes von Lindan < 0,5 mg/kg
- Es darf kein PVC enthalten sein.
- Es dürfen keine halogenorganischen Verbindungen (z.B. Pestizide; Flammschutzmittel) und Weichmacher enthalten sein.

Öko-Control

Dieses Zeichen ist auf Produkten zu finden, die sehr schadstoffarm sind. ÖkoControl ist der europäische Verband ökologischer Einrichtungshäuser und erfüllt derzeit die strengsten Standards am Markt. Folgende Kriterien müssen erfüllt werden:

- Grenzwert Formaldehydemission: 0,05 ppm
- max. Emissionen an Lösemittel 300 µg/m³
- Oberflächenbehandlung der Möbel nur mit Lasuren, Naturharzölen, Wachsen auf natürlicher Basis, außerdem sollten sie atmungsaktiv und offenporig sein
- Fertigung der Möbel ausschließlich aus Massivholz
- Holzwerkstoffplatten sind verboten
- Bevorzugt wird Holz, dass FSC- bzw. Naturland Standards entspricht, sowie Holz aus einheimischen Wäldern und nachhaltiger Forstwirtschaft
- Bettgestelle und Lattenroste metallfrei verarbeiten, es sind nur einzelne Schrauben zulässig
- Langlebigkeit und Recyclingfähigkeit muss gewährleistet werden
- Schadstofffreiheit

Das ÖkoControl Siegel darf nur innerhalb des Verbandes ökologische Einrichtungshäuser verwendet werden. Aller Produkte, die dort verkauft werden, müssen den oben beschriebenen Vorgaben genügen. Dabei wird der

Anspruch vertreten, weit über die Vorschriften des Gesetzgebers hinauszugehen und stets den höchsten Standard zu wahren.

Produktpass

Der Service hört nicht mit der sauberen Baustelle auf. Dem Kunden muss ein neues Produkt nach der Montage "nachverkauft" werden. Er soll sich schnell mit dem Produkt vertraut machen können und viele Jahre daran Freude haben. Dazu gehören neben **Pflege- und Wartungshinweisen** auch Informationen über die **verwendeten Werkstoffe** und dem damit verbunden Qualitätsanspruch.

Transparenz fördert Vertrauen, gerade allergiegeplagte Kunden werden sehr froh sein, wenn sie eindeutige Angaben über mögliche Inhaltsstoffe erhalten, um deren Bedeutung für ihre Gesundheit adäquat einschätzen zu können. Dazu gehören **Informationen** über

1. **Holzart** und Herkunft
2. **Plattenwerkstoffe** und Dekorbezeichnung
3. verwendete **Klebstoffe**
4. **Oberflächenaufbau** mit genauen Produkt- und Farbangaben
5. **Kantenaufbau**
6. Wichtige **Beschlagsbezeichnungen**

Gerade die Angaben zu den verwendeten Materialien haben wesentlichen Einfluss auf die Nachhaltigkeit des Produktes. Dies kann bedeuten:

- Holz aus nachhaltigen Anbau ohne sensibilisierende Wirkung einzusetzen
- Eindeutiger Verzicht auf den Einsatz von Holzschutzmittel in Innenräumen
- Kein PVC an Kantenmaterialien, um die spätere Verwertung der Produkte nicht unnötig zu erschweren.
- Vermeidung von Lösemittelbelastungen
- Minimierung von Formaldehyd

Ob diese Angaben unmittelbar auf einem Produktpass aufgelistet oder aus den Auftragsunterlagen eindeutig hervorgehen, ist nicht so wesentlich. Ziel eines Produktpasses ist es, die **Wertigkeit des verkauften Produkts zu erhöhen.** Der Kunde soll dem Handwerker vertrauen können und wissen, dass er ein Qualitätsprodukt auch für seine Gesundheit und die Umwelt erhalten hat.

Bild: Produktpass Möbelbau

Tischlerei

Produktdatenblatt

Auftraggeber	Helga Prieß	Auftrags-Nr.	4701-04
Bezeichnung	Treppeneinbau	Datum:	15.10.2004

Als Mitglied in der **„Umweltgemeinschaft im Schreinerhandwerk“** haben wir uns verpflichtet, dass unsere Produkte umweltschonend unter Einsatz möglichst vieler ökologisch einwandfreier Grundstoffen gefertigt werden. Das bedeutet für Sie konkret:

- **Verpflichtung auf ein langlebiges und anpassungsfähiges Qualitätsprodukt**
- **Kein PVC in Innenräumen zur Vermeidung von Brandrisiken**
- **Keine Holzschutzmittel in Wohnräumen, um Ihren Schutz nicht zu gefährden**
- **Holz aus nachhaltigem Anbau, damit auch zukünftig noch Holz zur Verfügung steht**
- **Vermeidung von Lösemittelbelastungen, damit Sie ruhig schlafen können**
- **Minimierung von Formaldehyd, denn nichts reizt Sie mehr**
- **Transparenz und Information über alle verwendeten Materialien**

Mitglied der Umweltgemeinschaft im Schreiner-handwerk

Massivholz	Gedämpfte Buche aus deutschem Anbau	**Klebstoffe**	Kleiberit 303 Weißleim
Holzwerkstoffe	Buche Multiplexplatten 30 mm	**Oberflächenmaterialien**	Cloucryl transparent 2 K PUR-Lack
Metalle	-	**Kantenmaterialien**	-

Gerne stellen wir Ihnen weitergehende Herstellerinformationen über Inhaltsstoffe und Art der verwendeten Materialien zur Verfügung.

Damit Sie möglichst lange Freude an Ihrem Möbel haben, möchten wir Ihnen folgende **Pflegehinweise** geben:

- **Bei Verschmutzungen bitte nur nebelfeucht wischen. Verwendeten Sie bitte keine scharfen Putzmittel!**

Die **Umweltgemeinschaft im Tischler- und Schreinerhandwerk** hat sich Kriterien für eine Mindestinformation der Kunden gegeben, um damit die Transparenz der verarbeiteten Produkte dem Kunden gegenüber sicherzustellen.

Ein Produktpass sorgt bei **Nachlieferungen und Reparaturen** dafür, dass man den genauen Oberflächenaufbau kennt oder schnell auf die tatsächlich verwendeten Beschläge zurückgreifen kann.

Produktgestaltung

Auch wenn der Schreiner mit einem sehr nachhaltigen Rohstoff arbeitet, gehört zu einem nachhaltigen Produkt noch einiges mehr. Dies steht im deutlichen Kontrast zur Schnelllebigkeit und Wegwerfmentalität unserer Zeit. Zum Qualitätsanspruch des Handwerks gehört es schon immer, ein langlebiges und hochwertiges Produkte herzustellen.

Das Schreinerhandwerk ist auch ein gestaltendes Handwerk. Gerade im Kontakt mit den Privatkunden ergeben sich viele Möglichkeiten, das Konzept des Produktes zu beeinflussen. Hier können verschiedene **Aspekte der Nachhaltigkeit** mit einbezogen werden. Darüber kann der Schreiner verdeutlichen, worin der konkrete Qualitätsanspruch besteht und welchen Nutzen er für den Kunden bringt:

1. **Emissionsarme Fertigung**
   Der Anspruch an ein nachhaltiges Produkt beginnt bei der Fertigung. Gerade der Oberflächenbereich hat hier einen besonderen Einfluss auf den Energieverbrauch des Produktes. Hier können z.B. mit Ölen oder Wachsen vergleichsweise schonende Verfahren gewählt werden, um die Umwelt möglichst wenig zu belasten.
2. **Langlebigkeit**
   Im Gegensatz zu billigen Schnäppchen steht der Anspruch durch die geeignete Auswahl hochwertiger Materialien ein Produkt zu schaffen, das auch noch in 20 Jahren seine Funktion erfüllen kann. Dies kann z.B. bedeuten, Beschläge zu verschrauben, anstatt sie nur zu verklemmen.
3. **Lange Nutzbarkeit**
   Ansprüche an Produkte können sich im Laufe der Zeiten wandeln. Mobilität ist für uns heute selbstverständlicher als für frühere Generationen. Daher müssen sich Produkte auch wechselnden Bedingungen und Bedürfnissen anpassen lassen und ergänzt werden können. Dazu gehört, dass man die Produkte demontierbar hält und nicht durch Verklebungen einen Umbau oder Umzug unnötig erschwert.
4. **Pflegeaufwand**
   Die Pflege von Produkte führt naturgemäß zu langlebiger Verwendbarkeit. Dazu bedarf es ausreichender Informationen und Hilfestellung für den Kunden, wie er dies bewerkstelligen kann. Er muss selbst Verantwortung für sein Produkt übernehmen können. Der damit einhergehende Aufwand muss sich in Grenzen halten, wenn die Wertschätzung des Produktes erhalten bleiben soll. Z.B. im Fensterbereich kann man durch Verkleidungen aus Aluminium oder wetterbeständigen Holzrahmen den Pflegebedarf des Fensters deutlich verringern.
5. **Reparaturfähigkeit**
   Dies hängt eng mit dem Anspruch an eine lange Nutzbarkeit zusammen und erfordert ausreichende Information über die einzelnen Bestandteile des Produktes. Hier ist der Schreiner als Dienstleister gefragt. Wartungsverträge können eine Hilfe sein, die langjährige Funktionsfähigkeit von Türen oder Fenstern sicherzustellen.
6. **Verwertung**
   Die Produkte von heute sind die Rohstoffe von morgen. Dazu müssen sie auch in Zukunft als Rohstoffe nutzbar sein. Z.B. erschweren Kanten aus PVC eine spätere Verwertung des Möbels. Auch hier ist eine ausreichende Produktinformation hilfreich, um Vertrauen in das Produkt zu schaffen und eine spätere Verwertung zu erleichtern.

Weitere Hinweise und Tipps zur nachhaltigen Produktgestaltung können im Bereich Wichtig für alle Branchen > Produktverantwortung > Produktgestaltung abgerufen werden.

Der Landesfachverband Schreinerhandwerk Baden-Württemberg hat eine Broschüre zu Innentüren zusammengestellt, um die geltenden Anforderungen, Normen und Vorschriften zusammenzustellen.

Produktrücknahme

Die Produktverantwortung hört nicht nach der Montage auf. Gerade das Handwerk hat über die Fertigung hinaus den Anspruch, seine Produkte auch warten und reparieren zu können sowie ihre Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Wohnbedürfnisse zu gewährleisten.

Das **Kreislaufwirtschaftsgesetz** hat diese Produktverantwortung generell gesetzlich festgeschrieben. Konkret umgesetzt wurde sie inzwischen für Verpackungsmaterialien, Batterien, Autos und demnächst auch für alle Elektrogeräte. Da der Schreiner heute überwiegend im Umbau tätig ist, stellt die **Produktrücknahme nichts Neues** für ihn dar. Der Kunde erwartet heute selbstverständlich, dass der Schreiner die alten Fenster, Türen oder Einbauschränke ausbaut und fachgerecht entsorgt. Es gibt im Schreinerhandwerk bereits eine langjährige Praxis der Produktrücknahme, auch wenn diese nicht als besonderer Serviceanspruch nach außen dargestellt wird.

Bild: Produktrücknahme Altfenster

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Es bietet sich an, diese besondere Dienstleistung bereits beim Verkauf herauszustellen und eine Produktrücknahme eindeutig zu gewährleisten. Damit kann der Schreiner sich **gegenüber seinen Wettbewerber** aus Baumarkt und Handel **profilieren**.

Viele Betriebe scheuen das Risiko, irgendwann mit zusätzlichen Kosten für eine Entsorgung belastet zu werden. Wenn sie sich bereits in der Produktplanung Gewissheit über die Verwertbarkeit der verwendeten Materialien beschafft haben, sollte dieses Risiko aber verhältnismäßig klein sein. Da es heute zudem vorrangig auf **Kundenbindung** ankommt, sollte man auch überlegen, dem Kunden bei einer späteren Rücknahme eine Rabatt-Anrechnung von z.B. 10 % auf eine Neufertigung einzuräumen.

Glossar

1. BImSchV

Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 14. März 1997.

Den Gesetzestext finden Sie hier.

17. Bundesimmissionsschutzverordnung

Mit der 17. Bundesimmissionsschutzverordnung werden Vorgaben gemacht, wie Abfall- und Müllverbrennungsanlagen betrieben werden müssen. Sie ist die strengste Norm zur Reduzierung der Abgase von Schadstoffen.
Den Gesetzestext finden Sie hier

7. Bundesimmissionsschutzverordnung

Die 7. Bundesimmissionsschutzverordnung regelt den Auswurf von Holzstaub und -spänen von holzverarbeitenden Betrieben. Dabei beziehen sich die Regelungen ausschließlich auf die Emissionsabgabe an die Umwelt, sie benennt keine Anforderungen für die Rückführung der abgesaugten Luft in die Betriebsräume.

Abfallsatzung

Die kommunalen Abfallsatzungen regeln die Organisation der Abfallentsorgung im Zuständigkeitsbereich der Städte und Gemeinden. Sie beziehen sich im Wesentlichen auf die hausmüllähnlichen Abfälle und betreffen die privaten Haushalte und das Gewerbe. Sie enthalten Vorgaben zu den Sammelbehältern und den Abfallarten, dem Einsammelverfahren, den Gebühren sowie den Pflichten und Rechten der Abfallerzeuger und -entsorger.

ABS-Kunststoffe

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) besteht aus den Ausgangsstoffen Polybutadien, einem synthetischen Kautschuk, Acrylnitril sowie Styrol. Es weist ähnliche Eigenschaften wie PVC auf, ist aber von sich aus wesentlich witterungsbeständiger, so dass ihm keine Stabilisatoren beigemischt werden müssen.

alkalisch

Eine Flüssigkeit ist eine Säure, wenn sie einen pH-Wert von weniger als 7 aufweist bzw. eine Lauge für pH-Werte von mehr als 7. Je stärker der Wert von 7 - dem Wert für Wasser - abweicht, desto stärker ist die Säure bzw. die Lauge. Der alkalische Bereich steht für den pH-Bereich der Laugen.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Der "Arbeitsplatzgrenzwert" ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

Dieser Begriff ersetzt die bisherige maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert).

ArbSchG

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (ArbSchG - Arbeitsschutzgesetz) vom 7. August 1996.

Den Gesetzestext finden Sie hier

ArbStättV

Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV - Arbeitsstättenverordnung) vom 20. März 1975.

Den Gesetzestext finden Sie hier

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Bei aromatischen Kohlenwasserstoffen handelt es sich um ringförmige organische Kohlenstoffverbindungen. Sie werden als Lösemittel eingesetzt und sind gesundheitsschädlich. Benzol, Toluol, Xylol oder Benzo(a)pyren sind typische Beispiele für aromatische Kohlenwasserstoffe.

ASR

Arbeitsstättenrichtlinien sind eine Sammlung von Regelungen zur Gestaltung von Arbeitsräumen

ATV

Die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) ist in vielen Fällen die Vertragsbasis zur Abwicklungen von Projekten im Baubereich. Für einzelne Gewerke sind technische Beschreibungen in einzelnen Normen gefasst. Sie definieren

- Gebräuchlichste Stoffe und deren Normverweise
- Hinweise zur technischen Ausführung
- Nebenleistungen und besondere Leistungen
- Vorgehen bei der Abrechnung

Als Nebenleistungen sind Leistungen zu verstehen, die kostenfrei auch ohne konkrete vertragliche Nennung vom Auftragnehmer erbracht werden müssen. Besondere Leistungen bedürfen hingegen der vertraglichen Erwähnung und müssen gesondert abgerechnet werden.

Ausbeute

Mit Ausbeute wird das Verhältnis eines Fertigproduktes zu dem Rohprodukt beschrieben. Wenn z. B. von 1 Kubikmeter Stammholz 0,6 Kubikmeter Furnier erzeugt werden können, ergibt sich daraus eine Ausbeute von 60 %.

Baustellenverordnung

Die Baustellenverordnung verpflichtet den Bauherrn einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator zu bestellen, wenn mehrere Unternehmen auf der Baustelle anwesend sind. Diesem Koordinator obliegt die Aufgabe, einen ausreichenden Sicherheits- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle zu planen und sicherzustellen. Bei der Auftragsvergabe wird vom Auftragnehmer (z. B. Schreiner oder Zimmerer) häufig abverlangt, einen eigenen Sicherheits- und Gesundheitsplan mit den für seinen Montagebereich relevanten Gefährdungen und geplanten

Maßnahmen zu ergänzen.
Den Verordnungstext finden Sie hier.

Baustoffklasse

Baustoffe werden entsprechend ihrem Brandverhalten in Baustoffklassen eingeteilt. Es werden dabei zwei unterschiedliche Kategorien unterschieden: Baustoffe der Klasse A (nicht brennbar) und Baustoffe der Klasse B (brennbar).

Innerhalb der Klassen werden die einzelnen Baustoffe noch einmal wie folgt unterteilt:

- A 1 Baustoffe, die vollständig nicht brennbar sind (Kies, Zement, Gips...)
- A 2 Baustoffe, die in geringem Umfang brennbare Stoffe enthalten (z. B. Gipskarton)
- B 1 schwer entflammbare Stoffe
- B 2 normal entflammbare Stoffe
- B 3 leicht entflammbare Stoffe

Der Unterschied zwischen einem Baustoff der Klasse A1 und einem Baustoff der Klasse A2 liegt in der Entflammbarkeit des Baustoffes. Eine Entflammung beinhaltet nicht unmittelbar eine Brennbarkeit des Baustoffes. Baustoffe der Klasse A1 dürfen zu keinem Zeitpunkt eine Entflammung aufweisen.

Was bislang in der DIN 4102-2 geregelt wurde für die Einteilung der Baustoffe entsprechend ihrer Entflammbarkeit, wird zukünftig **europäisch durch die EN 13501-1** geschehen. Zukünftig wird es 7 Euroklassen geben (A1, A2, B, C, D, E und F). Damit geht einher, dass europaweit nach einheitlichen Prüfverfahren die Baustoffe im Hinblick auf ihre Brennbarkeit klassifiziert werden. Kennzeichen für die Einteilung der Baustoffe ist der Zeitdauer, bis wann ein Baustoff voll brennt (Flashover). A1, A2 und B führen nicht zum Flashover, während die brennbaren Bauprodukte der Klassen C, D oder E diesen zwischen 10 und 2 Minuten erreichen. Um die Sache zu vereinfachen, wurden so genannte Unterklassen für Rauch (s1, s2 und s3) und für brennendes Abtropfen (d0, d1 und d2) eingeführt. Diese Unterklassen müssen zukünftig auch auf den Produktverpackungen angegeben werden. Folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang.

Betriebsanweisungen

Die Betriebsanweisung ist eine Anweisung des Arbeitgebers an die Beschäftigten. Sie regelt arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen das Verhalten im Betrieb mit dem Ziel, Unfall- und Gesundheitsgefahren zu vermeiden. Darüber hinaus dient die Betriebsanweisung als Grundlage für Unterweisungen.

Man unterscheidet Betriebsanweisungen, die den Umgang mit Gefahrstoffen regeln, und sicherheitstechnische Betriebsanweisungen für den Umgang mit Maschinen und Anlagen. Geregelt werden nur die Tätigkeiten, die gefährlich bzw. sicherheitsrelevant sind. Die Betriebsanweisung enthält hierzu die erforderlichen Angaben der Gebrauchsanleitung bzw. -anweisung (bei technischen Erzeugnissen) oder der Sicherheitsdatenblätter (bei Gefahrstoffen) des Herstellers, Einführers oder Lieferanten.

Betriebssicherheit

Betriebssicherheit hat den Schutz der Beschäftigten vor Arbeitsmitteln zum Ziel. Arbeitsmittel im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) sind z. B, Fahrstühle, selbst fahrende Arbeitsmaschinen oder brennbare Flüssigkeiten.

BetrSichV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes
(BetrSichV - Betriebssicherheitsverordnung) vom 27. September 2002

Den Gesetzestext finden Sie hier

BGV/BGR/BGI

Die Veröffentlichungen der Berufgenossenschaften werden mit bestimmten Kürzeln versehen:

BGV = Berufsgenossenschaftliche Vorschrift
BGR = Berufsgenossenschaftliche Richtlinie
BGI = Berufsgenossenschaftliche Informationsschrift

BGV und BGR begründen die unmittelbaren verwaltungsrechtliche Grundlagen für das Handeln der Berufsgenossenschaft. Sie haben quasi Gesetzescharakter für alle Betriebe. Die BGI sind dazu da, die Umsetzung der Vorschriften in die betriebliche Praxis anhand von Beispielen, Bildern und Texten zu konkretisieren.

Bildschirmarbeitsverordnung

Die Bildschirmarbeitsverordnung definiert konkrete Vorgaben über die technische Ausstattung und die ergonomischen Anforderungen von Bildschirmarbeitsplätzen. Sie macht zudem Vorgaben, dass am Bildschirm arbeitende Menschen regelmäßig im Hinblick auf die Belastung ihrer Augen untersucht werden müssen.

biozid

Biozide Wirkstoffe dienen dazu, den Schutz von Produkten aus Holz oder anderem organischen Material zu verbessern. Sie dienen dazu, bestimmte pflanzliche oder tierische Organismen in ihrem Wachstum zu hemmen oder zu zerstören.

Blister

Blisterfolien bestehen aus aufgeschäumten Kunststofffolien zum Verpacken stoßempfindlicher Produkte. Die eingeschlossenen Luftblasen dämpfen auftretende Stoßbelastungen.

CAD

CAD steht als Abkürzung für die Bezeichnung **C**omputer **A**ided **D**esign oder zu Deutsch Computer unterstütztes Zeichen. Mit entsprechenden Programmen können dreidimensionale Werkstücke konstruiert werden, deren Konturdaten dann für die CNC-Programmierung genutzt werden können.

CE-Konformitätskennzeichnung

Viele europäische Richtlinien schreiben vor, dass Produkte mit der CE-Kennzeichnung (oft auch "CE-Zeichen" genannt) versehen werden müssen. Wer eine CE-Kennzeichnung an einem Produkt anbringt, erklärt hiermit gegenüber den Behörden, dass das Produkt allen geltenden europäischen Vorschriften entspricht und es den vorgeschriebenen Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen wurde. Der Hersteller ist für die Einhaltung der europäischen Vorschriften und das Anbringen des CE-

Zeichens verantwortlich. Dies gilt unabhängig davon, ob der Hersteller innerhalb oder außerhalb der europäischen Gemeinschaft ansässig ist.

Chemikalienverbotsverordnung

Verbote und Beschränkungen über das In-Verkehr-Bringen gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz.

Den Gesetzestext finden Sie hier.

Chlorthalonil

Bei Chlorthalonil (chemischer Name: Tetrachlorisophthalonitril) handelt es sich um ein Fungizid, d. h. ein Mittel gegen Pilzbefall. Es hat eine sehr breite, protektive Wirkung und wird auch im Bereich des Pflanzenschutzes eingesetzt, z. B. bei Erdnüssen, Sojabohnen, Tabak, Gemüse und Getreide. Es wird auch gegen Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln eingesetzt.

CKW

Ein Chlorkohlenwasserstoff (CKW) ist ein chemischer Stoff, dessen Grundgerüst einem Kohlenwasserstoff gleicht und bei dem mindestens eines der Wasserstoffatome durch ein Chloratom ersetzt ist. CKW werden als Grundstoffe in der chemischen Industrie, als Lösungsmittel, sowie auch als Pestizide eingesetzt. Vertreter sind Tri(chlorethylen), Per(chlorethylen), Methylchlorid, Trichlormethan (Trivialname Chloroform) und Lindan. Die FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) sind den CKW chemisch nahe verwandt. Die Verwendung der leichtflüchtigen CKW (z.B. Tri und Per) ist durch die 2. BImSchV stark eingeschränkt worden.

CNC

Die Abkürzung CNC steht für **C**omputerized **n**umerical **c**ontrol oder zu Deutsch Computer-numersiche Steuerung. Damit sind Maschinensteuerungen mit einem integrierten Rechner gemeint.

CO2

CO2 steht für die chemische Formel von Kohlendioxid, dem wichtigsten Ausgangsstoff für die Bildung von Holz und anderen organischen Materialien.

Dezibel dB(A)

Bewertung der Lautstärke mit Hilfe des "A-bewerteten Schallpegels" in der Einheit Dezibel (dB). Der A-Schallpegel ist der mit der Bewertungskurve A nach DIN 45633, Blatt 1, bewertete Schallpegel. Eine Pegelerhöhung um 3 dB(A) bedeutet die Verdoppelung der Schallleistung, wird aber vom menschlichen Ohr nur graduell wahrgenommen. Eine Erhöhung um 10 dB empfindet der Mensch als eine Verdoppelung der Lautstärke.

Dichlofluanid

Chemischer Name: N'(Dichlor-fluor-methylthio)N',N-dimethyl-N-phenyl-Schwefelsäurediamid;

Es handelt sich bei dieser Substanz um ein Fungizid (Mittel gegen Pilzbefall) mit vorbeugender Wirkung. Es zeigt als Nebeneffekt auch Wirkung als Fraßgift gegen Insekten u. a.

Dichlormethan

Dichlormethan gehört zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Diese sind in der Regel stark akut und chronisch giftig. Sie wirken betäubend, Leber und Nieren schädigend und sind krebserzeugend.

diffusionsoffen - diffusionsdicht

Der Diffusionswiderstand wird als s_D-Wert gemessen. Er gibt an, um wie viel der jeweilige Stoff dichter ist als Luft. Ein diffusionsoffenes Material hat einen s_D-Wert von weniger als 0,2 m. Feuchteunterschiede zu beiden Seiten der Schicht können sich schnell ausgleichen.

Diffusionsdichte Schichten mit einem s_D-Wert von mehr als 1500 m schotten hingegen ab und lassen nur sehr wenig Feuchtigkeit durch.

DIN-Auslaufbecher

Der DIN-Auslaufbecher hat eine genormte trichterförmige Form mit einem Auslaufloch unten. Bei einer definierten Füllmenge wird die Zeit gemessen, bis der Inhalt aus dem Becher ausgelaufen ist. Sie stellt ein Maß für die Viskosität einer Flüssigkeit dar.

Dreibanden-Leuchtstofflampen

Lampen mit Spiegelraster und optimieren Reflektorsystemen. Sie führen zu einer Energieeinsparung von ca. 30 %. Idealerweise werden sie mit elektronischen Vorschaltgeräten kombiniert, was eine weitere Einsparung von ca. 20 % ermöglicht.

Druckentlastungsfläche

Druckentlastungsflächen dienen dazu, im Explosionsfall den Überdruck gezielt abzuleiten und damit die Standgefahr eines Silos oder Bunkers nicht zu gefährden. Die erforderlichen Druckentlastungsflächen ergeben sich aus den Vorgaben der VDI 3673. Bei einer Explosion und beim Ansprechen der Berstscheiben dürfen Personen durch fort geschleuderte oder herabfallende Teile und durch mögliche Druck- und Flammenauswirkungen nicht gefährdet werden können.

EEG

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG - Erneuerbare-Energien-Gesetz) vom 29. März 2000

EMAS

Verordnung (EG) Nr. 761/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS). EMAS bedeutet Eco-Management und Audit Scheme. Im deutschen Sprachgebrauch wird anstelle von EMAS oft der Begriff Öko- oder Umwelt-Audit benutzt. Die Begriffe sind gleichbedeutend.

Den Gesetzestext finden Sie hier

Emissionsklasse E1

Holzwerkstoffe müssen gewährleisten, dass durch sie der Formaldehydgehalt im Raum nicht über den maßgeblichen Grenzwert von 0,1 ppm der Chemikalienverbotsverordnung ansteigt. Dazu werden diese nach der Norm EN 13896 in verschiedene Emissionsklassen eingeteilt. In Deutschland dürfen nur Holzwerkstoffe der Emissionsklasse E 1 verbaut werden. Die Hersteller müssen den Formaldehydwert regelmäßig kontrollieren und ihre Plattenwerkstoffe mit der entsprechenden Emissionsklasse auszeichnen. Für Spanplatten darf der Perforatorwert max. 8,0 mg/100 g atro bei 6,5 % Holzfeuchte betragen. Bei Furnierplatten wird der Formaldehydgehalt im Gasanalyseverfahren gemessen. Dieser Wert darf 3,5 g HCOH/hm² nicht übersteigen.

Energetische Amortisationszeit

Die Energetische Amortisationszeit gibt an, wie lange es dauert, bis die eingesparte Energie eines Wärmedämmmaterials der dafür aufgewendeten Energie für die Herstellung entspricht.

EnEV

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV), vom 16. November 2001.

Den Verordnungstext finden Sie hier.

Entsorgungsfachbetrieb

Ein Entsorgungsfachbetrieb ist nach § 52 Abs. 1 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes ein besonders anerkannter Betrieb, der entweder berechtigt ist, das Gütezeichen einer anerkannten Entsorgergemeinschaft zu führen, oder der sich vertraglich gebunden hat, mindestens jährlich von einer technischen Überwachungsorganisation (z. B. TÜV, DEKRA) überprüft zu werden.

Entzündliche Flüssigkeiten

Entzündliche Flüssigkeiten weisen einen Flammpunkt von weniger als 55 °C auf.

Leicht entzündliche Flüssigkeiten haben ihren Flammpunkt bereits unter 21 °C bei Raumtemperatur.

Entzündliche Flüssigkeiten müssen brandschutztechnisch besonders gehandhabt werden.

Feuerbeständig

Brandschutzbereiche und brandgefährdete Bereiche müssen feuerbeständig abgetrennt werden. Dies ist in der DIN 4102 als F 90 geregelt. Die Konstruktion muss damit sicherstellen, dass sie mindestens 90 Minuten einem Feuer standhält, ohne ihre Funktion als trennendes oder tragendes Bauteil zu verlieren.

Feuerhemmend

Feuerhemmende Konstruktionen sind in der DIN 4102 als F 30 geregelt. Die Konstruktion muss damit sicherstellen, dass sie mindestens 30 Minuten einem Feuer standhält, ohne ihre Funktion als trennendes oder tragendes Bauteil zu verlieren.

Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus einer Flüssigkeit Dämpfe in solchen Mengen entwickeln, dass sich mit der Luft ein durch Fremdzündung entflammbares Gemisch ergibt.

Formaldehyd

Formaldehyd gehört zur Gruppe der Aldehyde. Es ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das sich sehr gut in Wasser und in Alkohol löst. Formaldehyd ist in geringer Konzentration ein natürlicher Bestandteil unserer Umwelt. Auch in Lebensmitteln ist Formaldehyd in kleinen Mengen enthalten. Industriell wird Formaldehyd als Harz für die Verleimung von Spanplatten und als Desinfektions- und Konservierungsmittel eingesetzt.

Fossile Energieträger

Fossil nennt man Vorgänge und Erscheinungen, die einer früheren geologischen Epoche angehören. Eröl und Kohle entstanden aus organischem Material. Uran zählt nicht zu den fossilen Energieträgern.

Unter „fossilen Energieträgern" versteht man Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Erdöl

Fugendurchlässigkeit

Die Luftdurchlässigkeit (Winddichtigkeit) einer Fugenkonstruktion wird durch den Fugendurchlasskoeffizienten a gekennzeichnet. Der a-Wert gibt an, wie viel Kubikmeter Luft in einer Stunde durch eine 1 m lange Fuge bei einer Druckdifferenz von 1 daPa hindurchströmt.

Gasanalysewert

Bei Roh-Sperrholz und bei beschichteten Holzwerkstoffen erfolgt die Klassifizierung über Gasanalysewerte nach EN 717-2: Holzwerkstoffe - Bestimmung der Formaldehydabgabe, Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode. Damit werden die Sperrhölzer eine Emissionsklasse zugeordnet. In Deutschland dürfen nur Platten der Emissionsklasse E1 in den Handel gebracht werden.

Gefahrstoffe

Werk-, Betriebs- oder Hilfsstoffe, die ein besonderes Gefahrenpotenzial aufweisen. Gefahrstoffe umfassen zum einen gefährliche Stoffe und Zubereitungen, die beispielsweise giftig, ätzend oder reizend sind. Zu erkennen sind sie am Gefahrensymbol: orangenes Feld mit schwarzem Pictogramm, z.B. Flamme für entzündlich, Totenschädel für giftig etc. Die Gefahrensymbole mit Beispielen sind im Bereich Recht > Gefahrstoffe und Gefahrgut > Gefahrstoffe > Umgang > Kennzeichnung aufgeführt. Zum anderen können Gefahrstoffe zusätzliche Eigenschaften aufweisen, beispielsweise explosionsfähig sein oder Krankheitserreger übertragen (§19 Abs. 2 ChemG).

GefStoffV

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV - Gefahrstoffverordnung) Neufassung vom 23. Dezember 2004

Den Gesetzestext finden Sie hier

Gefährdungsbeurteilung

Gemäß § 5 ArbSchG muss der Arbeitgeber beurteilen, welche Gefährdungen für die Beschäftigten in seinem Betrieb mit ihrer Arbeit verbunden sind. Durch die Gefährdungsbeurteilung sollen also Ursachen für Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsbeeinträchtigungen erkannt und hinsichtlich Art und Umfang eines möglichen Schadens bewertet werden.

Gefährdungsstufen

Die Berufsgenossenschaften haben aufgrund der Auswertung der Unfälle und Störungen in ihren Mitgliedsbetrieben die einzelnen Arbeitsprozesse verschiedenen Gefährdungsstufen zugeordnet.

Die **Risiken sind in die Gefährdungsstufen** I, II und III eingeteilt. Es bedeuten im Einzelnen:

I (hoch) Sehr häufig leichtere Unfälle/Gesundheitsschäden oder relativ oft schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.
II (erheblich) Häufig leichtere Unfälle/Gesundheitsschäden oder relativ selten schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.
III (gering) Selten leichte Unfälle/Gesundheitsschäden oder nur in extremen Ausnahmefällen schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.

GewAbfV

Verordnung über die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen, GewAbfV - Gewerbeabfallverordnung vom 19. Juni 2002.
Den Verordnungstext finden Sie hier.

HC

Unter HC versteht man Verbindungen, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Sie sind die Stammkörper aller organischen Verbindungen; die niederen Glieder sind geruchlose brennbare Gase, die mittleren meist benzin- und petroleumartige Flüssigkeiten, die höheren feste Stoffe; man unterscheidet aliphatische, alicyclische und aromatische Verbindungen. Kohlenwasserstoffe haben u. a. als Kraftstoffe oder Brennstoffe große Bedeutung (Erdgas, Propan, Benzin, Heizöl usw.).

Bei Verbrennung werden damit unvollständig verbrannte Holzbestandteile bezeichnet, die nicht vollständig zu Kohlendioxid weiteroxidiert sind. Sie haben einen teerartigen Eigengeruch und sind sehr giftig.

Holzschutzmittel

Die Altholzverordnung definiert Holzschutzmittel als bei der Be- und Verarbeitung des Holzes eingesetzte Stoffe mit biozider Wirkung gegen Holz zerstörende Insekten oder Pilze sowie Holz verfärbende Pilze, ferner Stoffe zur Herabsetzung der Entflammbarkeit von Holz.

HVLP-Technik

High Volume Low Pressure Spritztechnik. Mit dieser druckreduzierten Spritztechnik lässt sich der Anteil fehlverspritzten Lackes verringern.

Details siehe hier.

Immissionsgrenzwerte

Einwirkungen von Luftverunreinigungen (das sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruchsstoffe) bzw. von Geräuschen, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen sowie ähnlichen Erscheinungen (z. B. Krankheitserreger) auf die belebte und/oder die unbelebte Umwelt. Die Immissionsrichtwerte entsprechen messtechnischen Normen, deren Einhaltung eine schädliche Umwelteinwirkung durch Luftverunreinigungen oder Lärm weitestgehend ausschließen soll.

Insektizid

Ein Insektizid ist eine chemische Substanz, die tierische Schädlinge bekämpft. Es kann in Holz oder anderen organischen Stoffen wie Baumwolle o. ä. eingesetzt werden. Das Insektizid kann vorbeugend eingebracht oder bei Befall durch einen Schädling auch bekämpfend eingesetzt werden.

Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid, chemisch CO, entsteht aus der unvollständigen Verbrennung von organischen Materialien wie Holz, Öl, Gas, Pflanzen usw. Bei einer vollständigen Verbrennung entsteht Kohlendioxid. CO ist damit ein guter Indikator für die Güte der Verbrennung. Kohlenmonoxid selbst ist ein geruchloses Gas, das sehr giftig ist.

Kondensation (chem.)

Unter Kondensation wird das Aushärten zwischen Harz und Härter verstanden unter Abspaltung von Wasser. Dabei entsteht eine spröde, harte Verbindung, die sich nicht mehr durch Hitze rückgängig machen lässt.

Konvektion

Wärmeunterschiede in einem Raum oder zwischen zwei Räumen führen zu Luftbewegungen, mit denen die Unterschiede ausgeglichen werden sollen. Konvektionsheizungen basieren darauf, dass sie warme Luft punktuell erzeugen, die dann durch die Luftbewegung sich im Raum verteilt.

Lackaerosole

Lackaerosole sind flüssige Lackpartikel, die in feinster Tröpfchenform in der Luft beim Spritzvorgang verteilt werden.

Lastenhandhabungsverordnung

Die Lastenhandhabungsverordnung gilt für die manuelle Handhabung von Lasten, die aufgrund ihrer Merkmale oder ungünstiger ergonomischer Bedingungen für die Beschäftigten eine Gefährdung für Sicherheit und Gesundheit, insbesondere der Lendenwirbelsäule, mit sich bringt.

Lindan

Lindan, chemisch gamma-Hexachlorcyclohexan, ist ein chlorierter Kohlenwasserstoff mit insektizider Wirkung. Bis 1985 enthielten ca. 45 % der amtlich zugelassenen Holzschutzmittel diesen Wirkstoff in Konzentrationen zwischen 0,4 % und 15 %. Weitere Informationen zu Lindan finden Sie in der Stoffdatenbank "GESTIS" der Länder.

Lux - Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke ist der Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom und der Größe dieser Fläche. Sie wird in der Einheit Lux angegeben.

Lyctusbefall

Unter Lyctus wird ein tierischer Holzschädling verstanden. Häufig wird er durch Holzteile importiert. Er wird auch Parkettkäfer genannt und befällt trockenes, verbautes Holz. Betroffen sind überwiegend tropisches Holz oder Laubholz, hiervon das Splintholz. Die Fraßgänge bleiben bei unversehrter Oberfläche lange unentdeckt, da kein Bohrmehl herausrieselt. Nadelholz wird in der Regel nicht angegriffen. In fortgeschrittenem Stadium können sich auch erhebliche Schäden am Kernholz ergeben.

MAK-Wert

Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffs (Schadstoffs) in der Luft im Bereich des Arbeitsplatzes. Die MAK-Werte sind in den Sicherheitsdatenblättern der jeweiligen Einsatzstoffe festgehalten.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis wird bei dieser Konzentration auch bei wiederholter und langfristiger (in der Regel täglicher 8-stündiger) Exposition bei 40-stündiger Wochenarbeitszeit, im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt.

Wichtig: Die MAK-Werte sind mit der neuen GefStoffV durch die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) ersetzt worden. Solange die Technischen Regeln und die Sicherheitsdatenblätter noch nicht aktualisiert wurden, können die MAK-Werte als Richtwert für den AGW herangezogen werden.

Nennwärmeleistung

Als Nennwärmeleistung wird die Wärmeabgabe einer Feuerungsanlage bezeichnet, die im Heizsystem genutzt werden kann. Die Wärmeabgabe wird als Leistungseinheit in Kilowatt kW gemessen.

Offene Zeit

Als offene Zeit wird die Zeitspanne vom Auftragen des Leimes bis zum Beginn des Abbindens. Nur innerhalb dieser Zeit können bei einem Beschichtungsstoff noch Änderungen vorgenommen werden, ohne dass diese nach dem Trocknungsvorgang noch sichtbar sind. Beim Verleimen muss innerhalb der offenen Zeit gepresst werden, um die maximale Haltekraft zu erzielen.

Overspray

Als Overspray bezeichnet man bei verschiedenen Sprühapplikationen den Anteil des aufgesprühten Mediums, der nicht auf das Bauteil und somit in die Umgebung gelangt. Dies betrifft Lackiertechniken ebenso wie z. B. das Aufsprühen eines Schmierfilms mittels Minimal-Schmierung. Die Overspray-

Verluste hängen sowohl von der Bauteilgeometrie als auch von der verwendeten Sprühtechnologie ab. Durch unterstützende Techniken (z. B. Elektrostatik beim Lackieren) und moderne Sprühtechniken wie z. B. ein führender Luftmantel um den eigentlichen Sprühstrahl (HVLP-Technik) kann der Oversprayanteil erheblich reduziert werden.

PAK

Das Kürzel PAK steht für die Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen, die mehrere hundert Verbindungen umfasst. Diese organischen Verbindungen entstehen bei der (unvollständigen) Verbrennung von organischen Materialen und sind inzwischen über ihren Lufttransport auf der ganzen Welt zu finden. Viele PAK's sind nachweislich krebserzeugend (karzinogen).

Pentachlorphenol (PCP)

Starkes Breitband-Gift für Mikroorganismen, Pflanzen, Insekten und Fische. PCP wird über den Magen-Darmtrakt, die Atmungsorgane und vor allem über die Haut aufgenommen. Beim Menschen können lang anhaltende Belastungen zu Hauterkrankungen, Leberstörungen und einer Schwächung des Immunsystems führen. Betroffene klagen außerdem über Kopfschmerzen, Müdigkeit und Schlafstörungen. PCP ist Krebs erzeugend. Die Anwendung von PCP wurde in Deutschland Ende der 70er Jahre verboten.

Per

Per gehört zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Diese sind in der Regel stark akut und chronisch giftig. Sie wirken betäubend, Leber und Nieren schädigend und sind krebserzeugend.

Perforatorwert

Bei Roh-Span- und Roh-Faserplatten erfolgt die Klassifizierung über Perforatorwerte nach DIN EN 120 - Holzwerkstoffe - Bestimmung des Formaldehydgehalts, Extraktionsverfahren genannt Perforatormethode - Ausgabe August 1992. Er wird ermittelt, um die Spanplatten einer Emissionsklasse zuzuordnen. Nur Platten der Emissionsklasse E1 dürfen in den Handel kommen.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Polychlorierte Biphenyle (PCB) gehören zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Es handelt sich um chemische Verbindungen, die wegen ihrer guten physikalischen und chemischen Eigenschaften (hohe Hitzebeständigkeit, geringe elektrische Leitfähigkeit, geringe Wasserlöslichkeit, gute Löslichkeit in Fett) in vielen Bereichen eingesetzt werden können, z.B. in Klebstoffen, Transformatoren oder in Hydraulikölen.

PCB sind aber gleichzeitig in hohem Maße umweltschädlich, da sie giftig und schwer abbaubar sind. Auf Grund ihrer Resistenz gegen biologischen Abbau und der guten Fettlöslichkeit reichern sie sich in der Nahrungskette an. Die Aufnahme von PCB kann zu Lidschwellungen, Chlorakne, Hautpigmentierung, Sehstörungen, Schwäche und Müdigkeit führen.

Es wird geschätzt, dass seit 1930 rund 23.000 Tonnen PCB umweltzugänglich, zum Beispiel in Klebstoffen, Farben, Schmier- oder Imprägniermitteln eingesetzt wurden und so zum Teil in die Umwelt gelangen konnten. Seit 1978 ist die Verwendung von PCB in diesen so genannten "offenen Systemen" verboten. In geschlossenen Systemen, in Transformatoren oder Kondensatoren, wurden die Stoffe jedoch weiter eingesetzt. Seit 1983 werden in Deutschland keine PCB mehr hergestellt, seit 1989 sind sie verboten.

PP-Kunststoffe

Polypropylen (PP) wird vollständig aus Erdöl hergestellt. Seine Herstellung bedingt zwar den Umgang mit gesundheitlich gefährlichen, aber nicht krebserzeugenden Stoffen. PP weist von sich aus schon günstige mechanische Eigenschaften auf und hat eine gute Beständigkeit gegenüber Säuren und Lösungsmitteln. Es bedarf deshalb keiner besonderen Zuschlagstoffe wie beim PVC.

ppm

Maßeinheit um die Konzentration eines Stoffes in einem Gas zu beschreiben. Dabei wird als Einheit dargestellt, wie viele Atome des Stoffes auf 1 Million Atome des umgebenden Gases vorhanden sind.

PSA-Benutzungsvordnung

Die PSA-Benutzungsverordnung gilt für die Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstungen durch Arbeitgeber sowie für die Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen durch Beschäftigte bei der Arbeit.

Den Verordnungstext finden Sie hier.

PVAC-Leime

Polyvenylacetat entsteht durch die Vernetzung von Vinylacetat (aus Acetylen und Essigsäure). Der Kunststoff ist harzartig und weist einen sehr niedrigen Erweichungspunkt auf. PVAC-Leime werden auch als Weißleime bezeichnet. Das Polyvenylacetat ist dabei im Wasser in Form von kleinen Kunststoffkügelchen verteilt.

Radon

Radon ist ein Gas und wird in der Natur aus uranhaltigem Gestein freigesetzt. Es entsteht durch den Zerfall von Uran und Thorium im Boden. Über die Keller gelangt das aufsteigende Gas auch in Wohnräume. Mit der Atemluft aufgenommen gefährdet Radon die Gesundheit. Es besteht ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko.

RAL

RAL - Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. RAL ist die alleinige Vergabestelle für das Umweltzeichen Blauer Engel. Als gemeinsame Initiative gründeten die Privatwirtschaft und die damalige Regierung der demokratischen Weimarer Republik 1925 den Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (RAL). Seine Aufgabe bestand ursprünglich in der Vereinheitlichung präziser technischer Lieferbedingungen mit dem Ziel der Rationalisierung. Heute ist RAL die anerkannte Kompetenz für verlässliche Kennzeichnung von Produkten und Dienstleistungen.

Resistenzklassen

Entsprechend der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Holzarten gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen werden diese in 5 verschiedene Resistenzklassen eingeteilt. Für die Resistenzklasse 1 gelten die höchsten Anforderungen während die Klasse 5 nur einen sehr geringen Schutz bietet. Die Resistenzklassen für die verschiedenen Hölzer sind in der Norm DIN EN 350 Teil 2 aufgelistet. Die Resistenz eines Holzes wird im Wesentlichen von den Holzinhaltsstoffen bestimmt. Sie stellen mehr oder weniger starke biologische Gifte dar, um sich der Schädlinge erwehren zu können.

Sachkundiger

Sachkundiger ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der jeweiligen Einrichtung oder Anlage hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik soweit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand der jeweiligen Einrichtung oder Anlage beurteilen kann.

Eine befähigte Person im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.

Sachverständiger

Sachverständiger ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung besondere Kenntnisse auf dem Gebiet der jeweiligen Einrichtung oder Anlage hat und mit den einschlägigen Vorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik vertraut ist. Er soll die jeweilige Einrichtung oder Anlage prüfen und gutachterlich beurteilen können. Dazu muss er als zugelassene Stelle europaweit akkreditiert sein.

Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel Lp gibt die Größenordnung des Verhältnisses zweier Schalldrücke p1 und p0 wieder. Der Schalldruckpegel ist als logarithmierte Feldgröße des Schalldrucks eine **ortsabhängige** physikalische Größe. Typischerweise wird er in einem Meter Abstand zu einem Schallerzeuger gemessen.

Schallleistungspegel

Der Schallleistungspegel ist als logarithmierte Größe der Schallleistung eine integrale Größe, die den akustischen Energiefluss einer Schallquelle durch eine sie umgebende Hüllfläche charakterisiert. Der Schallleistungspegel ist also – im Gegensatz zum Schalldruckpegel – nicht ortsabhängig!

Schlagregendichtheit

Nach der Norm EN 12208 werden 10 Klassen für die Schlagregendichtigkeit definiert von 0 - 9. Sie unterscheiden sich im Hinblick auf den Prüfdruck, bei dem sie noch eine ausreichende Dichtheit aufwiesen. Er reicht von 50 - 600 Pascal.

Schutzart

Leuchten und andere elektrische Geräte müssen ggf. gegen das Eindringen von Fremdkörpern und/oder Wasser geschützt sein. Die Schutzart wird mit einem Kurzzeichen dargestellt, das sich aus den Buchstaben IP ([engl.] international protection) und zwei Ziffern zusammensetzt (1. Ziffer: Berührungsschutz, 2. Ziffer: Wasserschutz).

IP 20:
Schutz gegen das Eindringen fester Körper mit einem Durchmesser größer 12 mm.
Kein besonderer Schutz gegen das Eindringen von Wasser.

IP 44:
Schutz gegen das Eindringen fester Körper mit einem Durchmesser größer 1 mm.
Schutz gegen Spritzwasser (aus allen Richtungen).

IP 54:
Schutz gegen das Eindringen schädlicher Staubablagerungen (staubgeschützt).
Schutz gegen Spritzwasser (aus allen Richtungen).

IP 65:
Vollständiger Schutz gegen das Eindringen von Staub.
Schutz gegen Eindringen von Strahlwasser.

sd-Wert

Dicke einer ruhenden Luftschicht, die den gleichen Wasserdampf-Diffusionswiderstand besitzt wie die betrachtete Bauteilschicht bzw. das aus Schichten zusammengesetzte Bauteil. Sie bestimmt den Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion. Die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke ist eine Schicht- bzw. Bauteileigenschaft. Sie ergibt sich aus der Multiplikation der Schichtdicke des Bauteils mit dessen Wasserdampfdurchlasswiderstand.

Sicherheitsdatenblätter

In den Sicherheitsdatenblättern für Gefahrstoffe befinden sich Hinweise zum Gefährdungspotenzial und zum sicheren Umgang mit den Stoffen. Aufbau und Inhalte sind durch die EG-Richtlinie 91/155/EWG vorgegeben.

Sick-Building-Syndrom

Unter Sick-Building-Syndrom (SBS) versteht man ein unspezifisches Krankheitsbild, unter dem vor allem Bewohner von neu gebauten oder renovierten Häusern leiden (in Deutsch etwa "Krankheitsbild, das durch gesundheitsbelastende Gebäude verursacht ist"). Als typische Symptome gelten: ausgetrocknete Schleimhäute, trockene Haut, Juckreiz, verstopfte und tropfende Nasen, tränende Augen, Kopfschmerzen, Erschöpfungszustände, Konzentrationsstörungen, Übelkeit, Schwindel und eine unspezifische Überempfindlichkeit gegen Chemikalien.

Sonderabfälle

Abfälle, die aufgrund ihrer Menge oder ihrer Inhaltsstoffe als besonders überwachungsbedürftig eingestuft sind. Auf Basis des europäischen Abfallverzeichnisses sind diese in der deutschen Abfallverzeichnis Verordnung (AVV) nach Herkunftsbereichen aufgelistet.

Sprühwasserlöscheinrichtung

Sprühwasserlöscheinrichtungen dienen dazu, eingebrachtes Löschwasser sehr gezielt dem Brandherd zuzuführen. Dies kann durch eine trockene Löschwasserleitung erfolgen, die einen Anschluss für die Feuerwehr besitzt oder durch Leitungen, die permanent an das Wassernetz angeschlossen sind und im Brandfall automatisch auslösen.

Stand der Technik

In einigen Umweltgesetzen (vgl. § 7a Wasserhaushaltsgesetz, § 5 Nr. 2 BImSchG) gebräuchliche Bezeichnung für den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, deren praktische Eignung bei der Bekämpfung von Umweltbelastungen als gesichert erscheint. Maßnahmen nach dem Stand der Technik sollen den besten zurzeit realisierbaren Schutz der Umwelt vor Schädigungen garantieren.

Ein weitergehender Begriff ist "Stand von Wissenschaft und Technik" für Anlagen, die noch nicht im Betrieb erprobt sind. In Zuge der technologischen Entwicklung werden Anlagen des Standes von Wissenschaft und Technik schrittweise zum Stand der Technik, so dass in Genehmigungsverfahren

unterschiedliche Auffassungen zwischen Antragssteller und Behörde über die anzuwendende Technologie ergeben können.

Standöl

Standöl ist ein unter Sauerstoffabschluss und unter großer Hitze "dickgekochtes" Öl. Es handelt sich dabei um ein gut trocknendes Bindemittel.

Staplerschein

Fahrer von Flurförderzeugen sind für diese Tätigkeit ausgebildet und befähigt, wenn sie nach dem BG-Grundsatz "Ausbildung und Beauftragung der Fahrer von Flurförderzeugen mit Fahrersitz und Fahrerstand" (BGG 925, bisherige ZH 1/554) geschult worden sind, eine Prüfung in Theorie und Praxis bestanden haben und darüber einen Nachweis vorlegen können.
Vor Erteilung der schriftlichen Beauftragung ist sowohl eine gerätespezifische Einweisung, als auch eine Unterweisung in Bezug auf die betrieblichen Gegebenheiten erforderlich. Die Beauftragung kann z. B.
durch einen Fahrerausweis erfolgen und gilt immer nur für den Betrieb, für den die Beauftragung erteilt wurde. Der Fahrerausweis ist nicht auf andere Betriebe übertragbar.

Stickoxide

Die Gase Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO2) werden unter dem Begriff NOx (Stickoxide) zusammengefasst. Bei allen Verbrennungsvorgängen entstehen Stickoxide (NOx) als Verbindung zwischen dem Stickstoff der Luft und dem Sauerstoff, aber auch durch Oxidation von stickstoffhaltigen Verbindungen, die im Brennstoff enthalten sind.

Stickstoffmonoxid (NO) ist ein farbloses Gas, das an Luft sofort zu NO2 oxidiert wird. Je höher die Verbrennungstemperatur ist, desto höher ist die Stickoxid-Bildung. Bei allen Verbrennungsvorgängen wird NO abgegeben, das in der Luft weiter zu dem gesundheitsschädlicheren NO2 reagiert. Aus NO2 kann sich Salpetersäure bilden, die etwa zu einem Drittel an der Bildung des sauren Regens (Waldsterben) beteiligt ist.

Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid ist ein rotbraunes, eigenartig riechendes, sehr giftiges Gas. Es kondensiert bei 21,2 °C zu einer rotbraunen Flüssigkeit. Es entsteht beim Erhitzen von Schwermetallnitriten z. B. beim autogenen Schweißen.

TA-Luft

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes–Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002

Den Text finden Sie hier.

TA-Lärm

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz -Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm -, vom 26. August 1998

Den Gesetzestext finden Sie hier.

TA-Siedlungsabfall

Die Ablagerung auf Deponien soll so erfolgen, dass die Entsorgungsprobleme von heute nicht auf künftige Generationen verlagert werden. Dies ist das Hauptziel der TA-Siedlungsabfall. Nichtverwertbare Abfälle sollen umweltverträglich behandelt und abgelagert werden. Konkret heißt dies: Abfälle dürfen nicht mehr mit der Umwelt reagieren, dadurch sollen Geruchs- und Gasbelästigungen von Deponien vermieden werden. Dies wird vor allem an dem Parameter Glühverlust festgemacht, d. h. wenn ein Stoff noch verbrannt werden kann, ist er nicht geeignet für eine Ablagerung.

Temperaturleitzahl

Die Temperaturleitzahl a stellt das Verhältnis aus dem Wärmedämmvermögen und dem Wärmespeichervermögen dar. Sie wird folgendermaßen ermittelt:

a (10-4m²/h) = Dämmvermögen / (Rohdichte * spez. Wärmekapazität)

Topfzeit

Als Topfzeit wird die Verarbeitungszeit eines Klebers bezeichnet, die zwischen dem Anmischen eines Klebstoffs und dem Ende der Verarbeitbarkeit liegt.

toxikologisch

Die Toxikologie betreffend, also aus Gründen der Giftigkeit eines Stoffes.

TRGS

TRGS - Technische Regeln Gefahrstoffe. Unter dieser Bezeichnung sind mehrere themen- und stoffbezogene Vorschriften zum Umgang mit Gefahrstoffen zusammengefasst (Kühlschmierstoffe, Acetylen usw.).

Die Technischen Regeln finden Sie hier

TRGS 420 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz"

Die TRGS 420 beschreibt, nach welchen Verfahren Gefahrstoffe am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen sind.

TRGS 420 (pdf, 420 kB)

TRGS 553 "Holzstaub"

Sofern Gefahrstoffe im Betrieb vorliegen, hat der Arbeitgeber die Verpflichtung diese messtechnisch zu erfassen und im Hinblick auf die Gefährdung zu bewerten. Speziell für den Bereich Holzstaub wurde eine eigene Technische Richtlinie geschaffen, um die Messverpflichtungen soweit wie mögliche durch technische Anforderungen ersetzen zu können. In der TRGS 553 werden deshalb alle technischen Voraussetzungen beschrieben, damit Maschinen und Absauganlage als "staubarm" eingestuft werden können. Staubarme Arbeitsbereiche gewährleisten die dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes für Holzstaub (TRK-Wert 2,0 mg/m³).

Die TRGS 553 kann hier herunter geladen werden.

TVOC

TVOC bedeutet Total Volatile Organic Compounds, zu Deutsch wird damit die Abkürzung für Gesamtkonzentration an flüchtigen, organischen Verbindungen in der Luft beschrieben.

Unfallverhütungsvorschrift

Unfallverhütungsvorschriften (UVV) werden von den Berufsgenossenschaften und anderen Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung erlassen und müssen von Unternehmern und allen Beschäftigten beachtet werden. Sie enthalten Sicherheitsanforderungen an die betrieblichen Einrichtungen (Arbeitsmittel, Anlagen, Geräte, Arbeitsplätze usw.) und verlangen Anordnungen und Maßnahmen des Unternehmers zur Unfallverhütung; für die Beschäftigten beschreiben sie Verhaltenspflichten. Sie legen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen fest und regeln Fragen der innerbetrieblichen Arbeitssicherheitsorganisation sowie der Ersten Hilfe.

Unterweisung

Die Unterweisungen der Beschäftigten zum Schutz vor Gefahren müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen (s. Gefahrstoff-Verordnung). Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.

Validieren

Nachdem ein Unternehmen ein Umwelt- oder Qualitätsmanagementsystem eingeführt hat, wird es anschließend von einem unabhängigen Sachverständigen geprüft. Diesen Vorgang nennt man Validierung oder Zertifizierung.

VDI

Der VDI ist der Verein deutscher Ingenieure. Er entwickelt unter anderem verbindliche Regeln, die einheitliche Standards im Bereich der industriellen Umwelt etablieren.

Verpackungen

Im deutschen Recht (VerpV) werden verschiedene Verpackungen unterschieden:

- **Verkaufsverpackungen**: Verpackungen, die als eine Verkaufseinheit angeboten werden und beim Endverbraucher anfallen (z. B. Tetrapack der Milch). Verkaufsverpackungen im Sinne der Verordnung sind auch Verpackungen des Handels, der Gastronomie und anderer Dienstleister, die die Übergabe von Waren an den Endverbraucher ermöglichen oder unterstützen (Serviceverpackungen) sowie Einweggeschirr und Einwegbestecke.
- **Umverpackungen**: Verpackungen, die als zusätzliche Verpackungen zu Verkaufsverpackungen verwendet werden und nicht aus Gründen der Hygiene, der Haltbarkeit oder des Schutzes der Ware vor Beschädigung oder Verschmutzung für die Abgabe an den Endverbraucher erforderlich sind.
- **Transportverpackungen**: Verpackungen, die den Transport von Waren erleichtern, die Waren auf dem Transport vor Schäden bewahren oder die aus Gründen der Sicherheit des Transports verwendet werden und beim Vertreiber anfallen.

Versiegelung

Eine Versiegelung schützt die Holzoberfläche vor Beschädigungen und erleichtert die Reinigung. Es gibt sowohl Imprägniersiegel (Öl-Kunstharzbasis), als auch filmbildende Versiegelungsmittel (auf Polyurethanharzbasis).

Verteilzeiten

Unter Verteilzeiten werden die Zeitanteile verstanden, die nicht der direkten Fertigung oder dem konkreten Rüsten von Maschinen zugeordnet werden können. Darunter fallen Suchvorgänge, Transporte, Informationsgespräche u. ä. Diese Zeitanteile sind im Handwerk außerordentlich hoch.

Viskosität

Die Viskosität bezeichnet die innere Reibung in einer Flüssigkeit. Je dünnflüssiger ein Stoff ist, desto kleiner ist seine Viskosität, während hochviskose Stoffe entsprechend dickflüssiger sind.

VOC

Volatile Organic Compounds, gängige Abkürzung für leichtflüchtige organische Substanzen, d.h. Substanzen, deren Dampfdruck bei 20 °C 0,1 hPa übersteigt.

Wasserdampfdiffusionswiderstand

Der Wasserdampfdiffusionswiderstand beschreibt als Materialkonstante die dampfbremsende Wirkung der einzelnen Baustoffe. Der Widerstand wird dabei als Verhältniszahl angegeben bezogen auf den Diffusionswiderstand von Luft.

Wassergefährdende Stoffe

Wassergefährdende Stoffe im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe, insbesondere Säuren, Laugen, Mineralöle, flüssige sowie organische Verbindungen, Gifte, die geeignet sind, nachhaltig die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers nachteilig zu verändern.

Wassergefährdungsklasse (WGK)

Die Wassergefährdungsklasse (WGK) gibt an, ob ein Stoff Wasser dauerhaft schädlich verändern kann. Schwach wassergefährdende Stoffe (Scheibenreiniger, Bremsflüssigkeit) haben die WGK 1, wassergefährdende Stoffe (Diesel, Kaltreiniger, Motoröl) die WGK 2 und stark wassergefährdende Stoffe (Benzin, verunreinigtes Altöl) die WGK 3. Welche WGK einem Stoff zugeordnet wurde, erfahren Sie aus dem zum Stoff gehörenden Sicherheitsdatenblatt.

Wärmedurchlasswiderstand

Der Wärmedurchlasswiderstand eines einschichtigen Bauteils ergibt sich aus dem Verhältnis der Dicke der Schicht s im Verhältnis zu seiner Wärmeleitfähigkeit λ.

Bei Mehrschichtigen Bauteilen wird der Wärmedurchlasswiderstand jeder einzelnen Schicht addiert zum Gesamtwiderstand des Bauteils.

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit ist das Vermögen eines Festkörpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases, Wärmeenergie zu transportieren. Die Geschwindigkeit, mit der beim Erwärmen eines Stoffes die Wärmeenergie von einem Teilchen auf das nächste weitergegeben wird, bestimmt die Wärmeleitfähigkeit. Sie wird mit dem Wert Lambda angegeben. Je kleiner der Wert, desto besser die Wärmedämmung des Materials. In der DIN 4108-4 sind alle Lambda-Werte angegeben, die für die Berechnung des Energieverbrauchs verwendet werden müssen.